سلسلة المراجع فى التربية البدنية والرياضة
- ٣ -

فسيولوجيا التدريب والرياضة

دكتور أبو العلا عبد الفتاح

أستاذ فسيولوجيا الرياضة
وكيل كلية التربية الرياضية - جامعة حلوان
ورئيس قسم علوم الصحة الرياضية (سابقا)

الطبعة الأولى
١٤٢٤هـ - ٢٠٠٣م

ملتزم الطبع والنشر
دار الفكر العربى
٩٤ شارع عباس العقاد - مدينة نصر - القاهرة
ت: ٢٧٥٢٩٨٤، ٢٧٥٢٩٨٤، فاكس: ٢٧٥٢٧٣٥
www.darelfikrelarabi.com
INFO@darelfikrelarabi.com

٧٩٦,٠ أبو العلا عبد الفتاح.

ع ل ف س فسيولوچيا التدريب والرياضة/ أبو العلا عبد الفتاح .

-القاهرة: دارالفكر العربى، ٢٠٠٣م.

٦٥٢ص : إيض ؛ ٢٤سم .

ببليوجرافية : ص٦٤١-٦٤٥.

يشتمل على فهرس للمصطلحات إنجليزى - عربى.

تدمك : ١ -١٧٦٩-١٠-٩٧٧.

١ - الفسيولوچيا . ٢- التدريب الرياضى . أ-العنوان.

جمع إلكترونى وطباعة



الإخراج الفنى / ثريا إبراهيم & منى عمارة

المراجعة اللغوية/ عبدالحليم إبراهيم عبدالحليم.

رقم الإيـــداع/ ١٧٨٩/ ٢٠٠٣

بسم الله الرحمن الرحيم

تقديم السلسلة

كان لابد لدار الفكر العربى أن تواكب حركة التطور العلمى والأكاديمى المعاصرة للتربية البدنية وعلوم الرياضة، فهى دار النشر الأولى على مستوى الوطن العربى الكبير المعنية بالنشر التربوى الرياضى، وعندما تشكلت لجنة النشر الخاصة بالتربية البدنية وعلوم الرياضة كانت تضع نصب أعينها الارتقاء بالنشر فى هذا المجال الحيوى شكلاً وموضوعًا، فلم تدخر وسعا ولم تبخل بشىء فى سبيل إصدار هذه السلسلة الرائعة لمراجع التربية البدنية والرياضة، فخرجت فى هذا الثوب القشيب من ألوان وطباعة وتجليد فاخر حتى يتناسب ذلك ومحتواها الذى اشتمل على أحدث النظريات والاتجاهات فى علوم ومباحث التربية البدنية والرياضة فى سعيها الحثيث لتأكيد ذاتها العلمية وهويتها الأكاديمية المتنامية، ولقد أخذت اللجنة على عاتقها وضع إستراتيجية لنشر المراجع المتخصصة والحديثة لتجديد خطاب التربية البدنية والرياضة والترويح وعلوم الصحة الرياضية عبر خريطة معرفية مدروسة بدقة وشمول لما هو متاح فى أسواق النشر العربى فى هذا المجال، ومن ثم سد الفجوات وغلق الثغرات المعرفية فى حركة التأليف والترجمة، وذلك بتكليف المؤلفين البارزين من العلماء والمفكرين لاستكمال جوانب النقص وإبراز الاتجاهات المستحدثة فى المجال، حتى تستكمل الصورة على نحو يرضى نهمنا العلمى والأكاديمى، وبحيث يفيد كلا من طلابنا فى أقسام وكليات التربية البدنية والرياضة وينفع كل مهنى متخصص يتطلع إلى النمو المهنى سواء فى التعليم أو التدريب أو الإدارة أو الترويح أو التأهيل.

إن من أهدافنا الأساسية لإصدار هذه السلسلة للمراجع، أن يتوافر للطلاب فى المرحلة الجامعية الأولى وفى الدراسات العليا وللمهنيين المتخصصين مكتبة من المراجع المتخصصة يجدها عند الحاجة وتجيب على مختلف تساؤلاته. وذلك فى مقابل المذكرات الزائفة الميسرة التى انتشرت فى الكليات والتى لا تسمن ولا تغنى من جوع، فضلا عن اعتمادها على النقل غير الأمين والتدليس من مراجع الأساتذة فقدمت صورا مشوهة للعلم والمعرفة.

إن هذه السلسلة محاولة منا لاحترام عقلية القارئ العربى.

والله من وراء القصد

وعليه توكلنا ونسأله السداد والتوفيق،،،

اللجنة الاستشارية



جميع المراسلات والاتصالات على العنوان التالى:

دار الفكر العربى

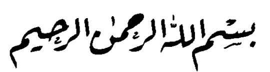
سلسلة علوم التربية البدنية والرياضة

٩٤ شارع عباس العقاد - مدينة نصر - القاهرة

ت: ٢٧٥٢٩٨٤ - فاكس: ٢٧٥٢٧٣٥







يرتبط هذا الكتاب بالتطور الطبيعى لعلم فسيولوجيا التدريب والرياضة، فقد تناولنا فى مؤلفاتنا السابقة تقديم هذا العلم، بداية بكتاب «بيولوجيا الرياضة» الذى قدم معلومة تطبيقية سهلة للعاملين فى الحقل الرياضى فتحت شهيتهم للإقبال على هذا العلم بدلا من البداية الصعبة التى قد تدعو إلى النفور وتولد الإحساس بالتعقيد، وحينما تعطش القارئ للمزيد قدمنا كتاب «فسيولوجيا التدريب الرياضى» ليعطى جرعة أكثر منهجية وأعمق موضوعا، ثم جاء كتاب «فسيولوجيا اللياقة البدنية» ليقدم جرعة تطبيقية مكثفة تتناول مفهوم اللياقة البدنية فى ضوء الأسس الفسيولوجية الحديثة، وهذا دفع القارئ للاهتمام بتطبيقات علم الفسيولوجى فى مجال التدريب العملى فقدمنا له كتاب «التدريب الرياضى - الأسس الفسيولوجية» ولم يقتصر الأمر على ذلك فحسب بل أضفنا لاحقا كتاب «فسيولوجيا الاستشفاء فى المجال الرياضى» وذلك ارتباطا بالزيادة الهائلة فى أحجام التدريب وبداية ظهور الوجه الآخر للتحميل الزائد، فكان لابد أن نقدم للقارئ كيفية الاستشفاء والتخلص من تأثيرات الأحمال التدريبية، وبين هذه المراجع الكبيرة ظهرت لنا مؤلفات صغيرة كمقدمات استطلاعية تمهيدية لهذه المراجع مثل «حمل التدريب وصحة الرياضى - الرياضة والمناعة - السونا» وخلال عملنا فى هذا المجال - منذ بداية تخصصنا فى دراسة الدكتوراه أكثر من ٢٧ سنة مضت. كنا دائما فى سباق لمتابعة كل جديد فى هذا العلم، حيث لا نلحق نلم بأحد الموضوعات التى تفرض نفسها على الساحة بفضل حداثتها إلا ونفاجأ بغزو كاسح بموضوعات أخرى أكثر حداثة، ولعل هذا كان أحد أسباب تعثر ولادة هذا الكتاب، حيث كنا نعيد ونزيد على كل فصل كتبناه سابقا، حينما نرى أنه أصبح قديما قبل أن يخرج إلى النور، كما اكسبتنا خبرة تدريس هذا العلم أسلوبا أكثر وضوحا وسهولة للاتصال مع القارئ يزداد خبرة كلما مرت سنوات العمل فى هذا المجال حتى أننا لا نرضى عما سبق أن كبتناه وعرضناه متطلعين دائما إلى تقديم الأفضل.

لقد تطور علم الفسيولوجى وبالتالى تطبيقاته المختلفة تطورا كبيرا فى الآونة الأخيرة والفضل فى ذلك يرجع إلى «علم البيولوجية الجزيئية» والتى جعلت الخلية وما داخلها الهم الشاغل، وهذا بدوره انعكس على كثير من المفاهيم التطبيقية فى مجال فسيولوجيا التدريب والرياضة، وتناول كثير من الباحثين فى عالمنا العربى موضوعات كثيرة ومتطورة فى هذه المجالات، ولكنهم للأسف لم يجدوا ما يسد رمقهم ويروى تعطشهم أو على الأقل ما يمثل قاعدة انطلاق لهم تمهد لهم بداية الطريق فى تلك المجالات الجديدة، ولهذا كان لزاما علينا أن نعد لهم هذه القاعدة من المعلومات التى تعتبر بمثابة مفاتيح لأبواب المجالات الجديدة.

ولا ننسى زيادة الرقعة الأكاديمية فى مجال فسيولوچيا التدريب، حيث زاد عدد الحاصلين على درجة الأستاذية فى هذا التخصص وأصبحت كليات التربية الرياضية تمنح الماچستير والدكتوراه فى تخصص فسيولوچيا الرياضة، وهذا وحده يعد دافعا يطالب بدرجة عالية من المؤلفات العربية فى هذا المجال يمكنها ان تفى بحاجة هؤلاء الباحثين.

وعلى الجانب الآخر أصبحت المعلومات متوافرة على الإنترنت، وبقدر ما ساعد هذا على سهولة الحصول على المعلومة دفع بمشكلة جديدة عن كيفية تنسيق وانتقاء وتوظيف هذه المعلومة للاستفادة بها، وكان لا بد من تطوير أسلوب الكتابة لمسايرة المراجع الحديثة الأجنبية من زيادة الرسومات والخرائط البيانية والأشكال والصور والملخصات ومعانى المفردات مما يسهل للقارئ فى عصر السرعة وقلة التركيز أن يتفهم المعلومة وتثبيتها لديه بأسرع وأسهل الطرق، وحرصنا على وضع الجديد فقط دون تكرار ما سبق نشره فى المؤلفات العربية حتى يتغلب الكيف على الكم.

وكان لابد ان ننتهز الفرصة لكى نسجل الشكر والعرفان لتلك الدار التى فتحت ابوابها لتستقبلنا وتحمل هم نشر رسالتنا العلمية بنشرها جميع مؤلفاتنا فى هذا المجال لتحقيق رسالتها السامية فى نشر العلم والمعرفة فى محاولة لتقديم الجديد دائما ذى الجودة العالية.. تلك الدار التى يفخر بها كل مصرى وكل عربى "دار الفكر العربى" بمساعدة المهندس عاطف الخضرى والذى هو نفسه يحمل رسالة تربوية اكاديمية قبل ان يكون ناشرا محترفًا.

من أجل هذا كان هذا الكتاب الذى أرجو ان تعم فائدته على جميع العاملين فى المجال الرياضى من طلاب وباحثين ومدرسين ومدربين واداريين.

وفقنا الله لما فيه الخير

الدكتور

أبو العلا أحمد عبد الفتاح

فبراير ٢٠٠٣

المحتويات

الموضوع	الصفحة

الموضوع	الصفحة

الموضوع	الصفحة

الموضوع	الصفحة

الموضوع	الصفحة

الموضوع	الصفحة

الموضوع	الصفحة

الموضوع	الصفحة

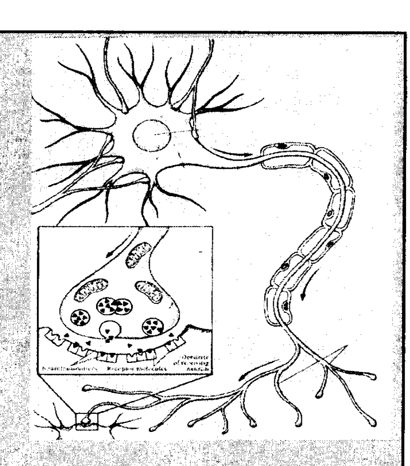
الموضوع	الصفحة

الموضوع	الصفحة
الباب الخامس	
أجهزة نقل الأكسجين	٣٣٩
الفصل التاسع	
الـــــدم	٣٤١
العناصر الخلوية	٣٤٣
البلازما	٣٤٥
تأثير التدريب الرياضى على الدم	٣٤٥
تأثير النشاط البدنى على مستوى سكر الدم	٣٥٠
تأثير النشاط البدنى على التوازن الحمضى القلوى	٣٥١
التخلص من زيادة حامض اللاكتيك .	٣٥٢
الفصل العاشر	
الجهاز التنفسى Respiratory System	٣٥٩
الوظائف الرئيسية للجهاز التنفسى	٣٦١
التهوية الرئوية	٣٦٤
تبادل الغازات	٣٧٥
نقل الأكسجين وثانى أكسيد الكربون	٣٨٠
الفصل الحادى عشر	
الجهاز القلبى الوعائى Cardiovascular	٣٨٩
الجهاز الدورى	٣٩٣
القلب	٣٩٦
ظاهرة القلب الرياضى	٤٠٤
الدفع القلبى	٤٠٦
معدل القلب	٤١٠
حجم الضربة	٤١٣

الموضوع	الصفحة

الموضوع	الصفحة

الباب الأول



مقدمة عامة - الأسس الكيميائية والفيزيائية

* الفصل الأول :

مقدمة عامة فى فسيولوچيا التدريب والرياضة

* الفصل الثانى :

الأسس الكيميائية والفيزيائية لتركيب الجسم



الفصل الأول

مقدمة عامة فى فسيولوچيا التدريب والرياضة

- علم الفسيولوچى
- المبادئ الفسيولوچية للتدريب
- نشأة فسيولوچيا التدريب و الرياضة
- البحث العلمى فى مجال فسيولوچيا الرياضة
- الطب الرياضى
- متطلبات تطوير مناهج مادة الفسيولوچى لكليات التربية الرياضية

يهدف هذا الفصل إلى:

- التعرف على المفاهيم المختلفة المرتبطة بعلم الفسيولوچى بوجه عام وفسيولوچيا الرياضة بوجه خاص.
- العلاقة بين علم الفسيولوچى والعلوم الأخرى مثل التغذية الرياضية والبيولوجية الجزيئية والطب الرياضى.
- التعرف على أهمية فسيولوچيا الرياضة والتدريب من الناحية الصحية والتنافسية.
- الأسس الفسيولوچية العامة والخاصة التى يقوم عليها علم فسيولوچيا التدريب والرياضة.
- الاتجاهات الحديثة لتطوير مناهج فسيولوچيا التدريب والرياضة بكليات التربية الرياضية.
- التعرف على الأصول التاريخية لفسيولوچيا التدريب والرياضة فى العصور والدول المختلفة وأبرز الاكتشافات العلمية التى استحقت جائزة نوبل.
- علاقة العلوم المختلفة بفسيولوچيا التدريب والرياضة (التغذية - اللياقة - البيولوچية الجزيئية - الطب الرياضى).
- البحث العلمى فى مجال فسيولوچيا التدريب والرياضة وتطور اتجاهاته.
- أساليب البحث العلمى فى مجال فسيولوچيا التدريب والرياضة وشروط الضبط العلمى وأنواع الدراسات والتجارب.
- الأسس الأخلاقية لشروط إجراء التجارب الفسيولوچية على الإنسان.

علم الفسيولوجى

الفسيولوجى العام

الفسيولوجى Physiology أو علم وظائف الأعضاء يعتبر علما متكاملا يهتم بدراسة وظائف الجسم على مختلف المستويات بداية من الجزىء والخلايا وحتى مستوى الأعضاء والأجهزة إلى مستوى الجسم ككل، وهو ينقسم إلى عدة أقسام؛ منها فسيولوجيا الفيروسات وفسيولوجيا الخلايا، وفسيولوجيا النبات، وفسيولوجيا الإنسان وغيرها من الأقسام الأخرى.

وتعتبر فسيولوجيا الإنسان من أهم موضوعات علم الفسيولوجى لما لها من تطبيقات عملية فى مجالات العمل والرياضة والتغذية والمسنين، بالإضافة إلى فسيولوجيا الأمراض التى تعتبر جانبا هاما من جوانب علم الفسيولوجى.

ويعتبر علم فسيولوجيا التدريب والرياضة فرعا من فروع التشريح والفسيولوجى، فالتشريح هو دراسة تركيب الجسم أو مورفولوجية (شكل الجسم)، ونتعلم من خلال علم التشريح التركيب الأساسى لمختلف أعضاء الجسم وعلاقاتها التبادلية، بينما الفسيولوجى هو دراسة وظيفة الجسم، ونحن نتعلم من خلال الفسيولوجى كيف تعمل أجهزة الجسم والأنسجة والخلايا وكيف تتكامل وظائفها لتنظيم البيئة الداخلية للجسم، وحيث إن الفسيولوجى هو دراسة وظائف تركيبات الجسم فلا يمكن بسهولة دراسة الفسيولوجى بدون فهم التشريح.

فسيولوجيا التدريب Exercise Physiology

هو دراسة كيف يؤدى التدريب الرياضى إلى إحداث تغييرات بنائية ووظيفية فى الجسم البشرى وكيفية تغير وظائف وتركيبات الجسم تحت تأثير التدريب لمرة واحدة أو الاستمرار فى التدريب لمرات عديدة. ويطلق على التغييرات الناتجة عن أداء التدريب لمرة واحدة مصطلح الاستجابات Responses، بينما يطلق على التغييرات الناتجة عن أداء التدريب لعدة مرات التكييفات Adaptations، وهذه الدراسة يمكن أن تكون على مستوى الجسم ككل أو أجهزة الجسم او أعضاء الجسم والخلايا والجزيئات تحت الخلية Molecular Subcelluar وهذا بدوره يتطلب فهما للتشريح والأجهزة الوظيفية والكيمياء والكيمياء الحيوية وبيولوجيا الجزيئات Molecular Biology.

فسيولوجيا الرياضة Sport Physiology

هو فرع من فسيولوجيا التدريب يهتم بالتطبيقات العملية للمعلومات التى يمكن الحصول عليها من فسيولوجيا التدريب بهدف تدريب الرياضى وتطوير الأداء. وأمثلة ذلك حينما نعلم من خلال فسيولوجيا التدريب معلومات تفيد بأن الطاقة مصدرها الطعام وأن الكربوهيدرات هامة لأداء الأنشطة الرياضية، وحينما نستفيد من هذه المعلومات من خلال فسيولوجيا الرياضة فإن هذا يعنى كيف نزيد من مخزون الكربوهيدرات (التحميل بالكربوهيدرات) وكيف نقتصد فى معدل الاستهلاك من خلال التعويض أثناء الأداء وتحسين النظم الغذائية للرياضى للوقاية من خطورة استنفاد مخزون

الكربوهيدرات، كما أن فسيولوچيا التدريب توضح لنا سلسلة التغيرات المصاحبة لحالة التدريب الزائد، بينما تساعدنا فسيولوچيا الرياضة فى تصميم وتقويم برامج التدريب بشكل يقلل من التعرض لخطورة التدريب الزائد.

التغذية الرياضية Sport Nutrition

تعتبر التغذية الرياضية فرعا من فسيولوچيا الرياضة والتى نمت وتطورت بسرعة كبيرة وأصبح للتغذية دور هام فى مراحل التدريب والمنافسة المختلفة، ففى مرحلة ما قبل التدريب تلعب التغذية دورا هاما فى توفير مصادر الطاقة اللازمة للأداء ومقاومة التعب لدرجة أن ذلك يتطلب الإعداد المبكر قبل المنافسات الطويلة باتباع نظام خاص يسمى التحميل بالكربوهيدرات يبدأ قبل المنافسة الرئيسية بأسبوع لمضاعفة مخزون الكربوهيدرات ومقاومة التعب خلال المنافسة، كما يتم تناول المشروبات الرياضية أيضا قبل وأثناء وبعد التدريب أو المنافسة، وبذلك تساعد التغذية أيضا فى سرعة الاستشفاء بعد التدريب، هذا خلافا لدور التغذية الهام فى ضوء المتغيرات البيئية والمناخية، فعند إقامة معسكرات التدريب فى

جدول (١)

مقارنة موضوعات الدراسة فى مجال فسيولوچيا التدريب وفسيولوچيا لرياضة

فسيولوچيا التدريب	فسيولوچيا الرياضة
كيفية تحويل الطاقة من الطعام لأداء الانقباض العضلى وتنفيذ الحركة .	كيفية زيادة مخزون العضلة من مصادر الطاقة وخاصة الكربوهيدرات .
الدهون هى المصدر الأساسى للطاقة أثناء العمل لفترة طويلة وأثناء الراحة .	نظام التحميل بالكربوهيدرات . تقليل معدل استهلاك الكربوهيدرات عند تدريب متسابقى المسافات الطويلة.
زيادة حاجة الجسم إلى الكربوهيدرات أثناء الرياضة لتصبح هى المصدر الرئيسى .	تحسين نظام غذاء الرياضى قبل وأثناء المنافسة لتحسين الأداء وبعد المنافسة لسرعة الاستشفاء وذلك بهدف الوقاية من خطورة استنفاد مخزون الكربوهيدرات .
سلسلة التغيرات المصاحبة لحالة التدريب الزائد	تصميم وتقويم وتقنين برامج التدريب للوقاية من خطورة الإصابة بالتدريب الزائد.

المرتفعات هناك متطلبات خاصة يراعى فيها الوقاية من الجفاف وزيادة الڤيتامينات والأملاح المعدنية لتعويض الفاقد، كما أن التغذية لمراعاة الظروف الجوية تتطلب مراعاة زيادة تناول السوائل عند التدريب فى الجو الحار للوقاية من الجفاف وإصابات الحرارة، وعلى العكس يحتاج التدريب فى الجو البارد إلى مصادر الطاقة، كما تختلف تغذية الرياضى تبعا لمراحل السن المختلفة، فالناشئون يحتاجون مزيدا من الاهتمام بتناول البروتين للمساعدة على النمو، وكذلك تختلف تغذية الرياضيين تبعا لاختلاف الجنس حيث تحتاج الرياضيات إلى المزيد من البروتين والحديد لتعويض ما يفقد من هيموجلوبين الدم خلال فترة الطمث وتعرض الرياضيات إلى الإصابة بفقر الدم (الأنيميا)، كما تختلف نوعية التغذية تبعا لنوع النشاط الرياضى التخصصى، فمثلا يحتاج لاعبو كمال الأجسام ورفع الأثقال والمصارعة والملاكمة فى الأوزان الثقيلة إلى المزيد من البروتين لبناء وتركيب العضلات، كما تلعب النظم الغذائية دورا هاما فى الحفاظ على وزن الجسم المطلوب كما فى بعض الأنشطة التى تتطلب المنافسة فى حدود أوزان معينة مثل الملاكمة والمصارعة ورفع الأثقال بدلا من اضطرار الرياضى إلى عمليات التخسيس السريع لإنقاص الوزن على حساب الماء قبل المنافسة مباشرة مما يضعف من لياقته البدنية وخطورة تعرضه للإصابات المختلفة، كما أن الوزن المثالى للرياضى يلعب دورا هاما كما فى الجمباز، حيث إن أى تغيير فى وزن الجسم يمكن أن يؤدى إلى تغييرات كثيرة فى طبيعة العوامل الميكانيكية المؤثرة على فنية الأداء الرياضى، ولا يفوتنا الدور الهام الذى أصبحت تشغله المكملات الغذائية ومدى انتشار تناولها ومدى انتشار الأفكار المؤيدة والمخالفة للبعض منها، وهكذا أصبح علم التغذية الرياضية يلعب دورا هاما لا يمكن إغفاله عند إعداد الرياضيين.

البيولوچيا الجزيئية Molecular Biology

تعتبر بيولوچيا الجزىء من الموضوعات العلمية التى تنمو بسرعة كبيرة فى وقتنا الحالى، وهى تعرف بأنها دراسة التركيبات الجزيئية والعوامل التى وراء العمليات البيولوچية، ولم تعد فسيولوچيا الرياضة والتدريب تقتصر على مجرد دراسة التغيرات الفسيولوچية على مستوى الأجهزة الحيوية فقط بل تطورت طبيعة الدراسات الحديثة حتى وصلت إلى مستوى دراسة تلك التغيرات على مستوى الخلية وما هو داخل الخلية من لويفات وفتائل عضلية وميتوكوندريا والأنزيمات وغيرها، وجاء ذلك تطورا طبيعيا ملازما لسرعة تطور الاكتشافات العلمية فى مجال بيولوچيا الجزىء.

تحتوى الخلية البشرية على حوالى ٣٠,٠٠٠ من الچينات المختلفة وكل چين من هذه الچينات مسئول عن بناء بروتين خلوى خاص، ويتم تنظيم بناء هذه البروتينات من خلال إشارات خلوية تقوم بجعل چينات معينة تعمل أو لا تعمل، لذلك فإن فهم هذه الحقائق التى تعمل كإشارات تسمح أو تمنع بناء البروتين له أهميته بالنسبة للفسيولوچيين الرياضيين، حيث تساعد ثورة المعلومات الحالية فى مجال بيولوچيا الجزىء على تطوير مستوى الأداء البشرى، وكمثال على ذلك ما أمكن التوصل إليه من تعديلات نتائج التدريب الرياضى بناء على

تحديد نوعية البروتينات التى تبنيها العضلات تحت تأثير التدريب وإن كان من المعروف حقيقة أن تدريبات القوة المنتظمة تؤدى إلى زيادة حجم العضلة كنتيجة لزيادة البروتينات الانقباضية إلا أن تقنيات بيولوجيا الجزىء ساعدت علماء التدريب على فهم كيفية التحكم فى تنمية نوع معين من البروتينات فى العضلة مما يساعدهم على تصميم أكثر البرامج التدريبية فاعلية للوصول إلى التأثيرات التدريبية المقصودة.

العلاقة بين اللياقة البدنية وفسيولوجيا التدريب:

يعتبر موضوع اللياقة البدنية من موضوعات الساعة نظرا لما يتميز به من حيوية جعلته بؤرة اهتمام المجتمع وأصبح للياقة البدنية شعبية كبيرة، ولم يعد هذا المصطلح حكرا على الرياضيين وحدهم حيث أصبحت اللياقة البدنية فى مفهومها البسيط تعنى:

«سعة الفرد لمواجهة تحديات الحياة البدنية والطارئة بنجاح».

وبهذا المفهوم فإن كل فرد من أفراد المجتمع يجب أن يكون على مستوى معين من اللياقة البدنية يؤهله للقيام بالأعباء البدنية التى تتطلبها ظروف حياته اليومية مع وجود فائض يستطيع به أن يواجه الظروف الأخرى التى تتطلب منه مواجهتها سواء كانت أعمالا إضافية أو نشاطا ترويحيا فى الوقت الحر، فالشخص الذى يعمل فى وظيفة إدارية يحتاج إلى قدر من اللياقة تمكنه من أداء وظيفته بنجاح مع وجود فائض يمكنه من مواجهة أى ظروف أخرى طارئة أو نشاط فى الوقت الحر، إلا أن مستوى اللياقة هنا يختلف عن اللياقة التى يحتاجها عامل يقوم بأعمال بدنية مجهدة، أو رياضى يقوم بالإضافة إلى أعماله اليومية بأعباء بدنية أخرى يتطلبها حمل التدريب الذى يطبقه لتحقيق أعلى مستوى ممكن من اللياقة الخاصة بنشاطه التنافسى، ومن هنا برزت الحاجة إلى أن نفرق بين اللياقة البدنية بهدف الصحة Physical Fitness Related to Health واللياقة البدنية بهدف تحسين الأداء الرياضى التنافسى Physical Fitness Related to performance، فاللياقة البدنية بهدف الصحة تعنى ممارسة النشاط البدنى بهدف الوقاية والتأهيل، فالنشاط البدنى المنتظم يعمل على الوقاية من السمنة والمحافظة على صحة القوام والوقاية من أمراض القلب والأوعية الدموية والسكر وآلام المفاصل، وخاصة مفاصل الرقبة وأسفل الظهر وغيرها، وبناء عليه اهتمت المجتمعات المتطورة باللياقة البدنية بهدف الصحة ووضعت الإمكانات التى تعمل على تحقيق هذا الهدف لمجتمعاتها، أما اللياقة البدنية بهدف الأداء الرياضى التنافسى فهى تهتم برفع مستوى الصفات البدنية التى يتطلبها تحقيق أعلى مستوى ممكن من النشاط الرياضى التخصصى، وتكمن العلاقة بين اللياقة البدنية وفسيولوجيا التدريب والرياضة فى أنه إذا ما كانت اللياقة البدنية تهدف إلى إعداد الجسم لأداء أنشطة بدنية ترويحية أو علاجية سواء كانت وقائية أو تأهيلية أو تنافسية فإن الإعداد السليم لذلك يتطلب أن يتم بناء على الأسس والمعلومات الفسيولوجية عن استجابات الجسم لأداء النشاط البدنى مرة واحدة

أو تكرار جرعات التدريب لحدوث التكيف الفسيولوچى، وهو ما يقدمه علم فسيولوچيا التدريب والرياضة وبدون هذه المعلومات لا يمكن أن يتحقق نجاح عمليات التكيف الفسيولوچى بل على العكس فقد يؤدى ذلك إلى فشل التكيف وقد يكون لذلك أضراره الصحية، وبناء عليه فإن جميع برامج التدريب للياقة البدنية تعتمد أساسا على تطبيقات الدراسات الفسيولوچية.

كما يجب الأخذ فى الاعتبار أن فسيولوچيا التدريب والرياضة لا يقتصر مجالها فى رفع مستوى اللياقة البدنية لتحقيق البطولات الرياضية ورفع مستوى الحالة الصحية للشخص العادى والرياضى فقط، بل تهتم أيضا بعلاج المشكلات الناتجة عن الأمراض والحوادث والولادة، فهذه المعلومات تستخدم فى عمليات التأهيل من أمرض القلب كالذبحة الصدرية أو التأهيل من الإصابات المختلفة أو مرض السكر أو المعاقين لكى تزيد من كفاءة أجهزة الجسم لمواجهة التحديات البدنية التى تقع على عاتق الفرد.

ويرى البعض أن الربط بين الصحة واللياقة البدنية لا يعتبر صيحة جديدة بعكس ما هو إعادة إحياء لفكرة قديمة بدأت قبل الميلاد، فمنذ عام ٧٦٧ إلى عام ٣٨٣ ق م كان أخصائى التغذية الإغريقى يخطط النظم الغذائية ونظم التدريب للمتنافسين فى الألعاب الأولمبية القديمة والتى شملت بروتينا عاليا والتركيز على زيادة اللحوم اعتقادا بأنها تحسن اللياقة البدنية، كما كتب جالن Galen الطبيب اليونانى القديم (١٣١ - ٢٠١ قبل الميلاد) مقالا عن تحسين الصحة بالتغذية المناسبة واللياقة الهوائية. بالمشى وتقوية العضلات بتسلق الجبال وحمل الأثقال.

وقد بدأ التركيز على فسيولوچيا التدريب فى الحضارات القديمة الإغريقية والمصرية القديمة وآسيا الصغرى والبابليون والعرب، وقد وضع جالن قانون الصحة الذى يتكون من سبعة بنود يمكن اعتبارها فعلا الأساس الحديث لفسيولوچيا التدريب وهى:

١- تنفس الهواء النقى.

٢- الغذاء المناسب.

٣- تناول المشروبات الصحية.

٤- التدريب.

٥- النوم الكافى.

٦- القدر المناسب من الحركة اليومية.

٧- التحكم فى الانفعالات.

وفى المجتمعات الحديثة ظهر الاهتمام باللياقة البدنية بهدف الصحة منذ أكثر من قرن من الزمان، وزاد هذا الاهتمام منذ الخمسينيات حيث اكتشف ظهور أعراض أمراض القلب التاجية عند تشريح جثث الجنود الصغار الذين قتلوا فى الحرب الكورية، وما أثبتته نتائج بحث هانز كروس Hans Kraus بأن مستوى الحد الأدنى للياقة البدنية لدى الأطفال فى أمريكا أضعف بكثير عند مقارنته بمستوى أطفال أوروبا، وبناء على ذلك عقد الرئيس أيزنهاور مؤتمرا عام ١٩٥٧ كان من نتائجه تشكيل مجلس للياقة للشباب يتبع رئاسة الجمهورية.

فسيولوچيا الرياضة وتطور طرق التدريب الرياضى

إن التطور الهائل الذى نراه فى المستويات الرياضية والأرقام القياسية خلال البطولات العالمية يرجع أساسا إلى الطفرة العلمية التى أصبحت هى السمة الأساسية فى الساحة الرياضية الدولية، وتعتبر فسيولوچيا الرياضة من أهم التطبيقات العلمية التى ساعدت على تحقيق تلك الوثبة الكبيرة فى الإنجازات الرياضية، حيث أفادت فى تنفيذ برامج التدريب والمنافسات مع الوقاية الصحية لصحة وحياة الرياضى تجنبا لأى تأثيرات سلبية، كما أمكن توصيف البرامج الغذائية تبعا لارتباطها بمتطلبات الأداء الرياضى، وساعدت الاختبارات الفسيولوچية فى تقويم الحالة الفسيولوچية والبدنية للرياضى مما يساعد على تقنين الأحمال التدريبية بما يتلاءم مع مستوى الرياضى.

وتعتبر طرق التدريب الرياضى هى الوسيلة التى يستخدمها المدرب لرفع مستوى الأداء الرياضى، وقد أصبح من المعروف أن هناك طريقتين أساسيتين تنبثق منهما جميع طرق التدريب المعروفة، وهما طريقة التدريب المستمر وطريقة التدريب الفترى، وأصبح الفارق بين طرق التدريب المختلفة يرجع أساسا إلى اختلاف تشكيل مكونات الحمل التدريبى من حيث حجم التدريب سواء الحجم الكلى أو حجم الأجزاء أو عدد تكرارات الأداء، كما يشمل الاختلاف شدة أداء التكرارات بدرجاتها المختلفة كذلك فترات الراحة البينية ونوعيتها ما بين الراحة السلبية والراحة الإيجابية، وتستخدم بعض المؤشرات الفسيولوچية لتقنين الأحمال التدريبية مثل معدل القلب بعد الأداء مباشرة للتعرف على تأثير حمل التدريب ودرجة شدته ومدى استجابة الجسم لدرجة شدة الأداء المستخدمة كذلك تتحدد فترات الراحة تبعا للفترة الزمنية التى يتم خلالها عودة معدل القلب إلى الحالة الأقرب للعادية، كما تستخدم بعض الطرق المعملية الأخرى مثل تحديد نسبة تركيز حامض اللاكتيك فى الدم بعد أداء الأحمال المختلفة للتعرف على كفاءة الجسم فى التكيف مع عمليات التمثيل الغذائى لإنتاج الطاقة اللاهوائية.

وقد تطورت طرق التدريب حديثا ومازالت تتطور يوما بعد يوم وأصبحت تهدف أساسا الى رفع مستوى قدرة العضلة على إنتاج الطاقة، وتغيرت لغة ومسميات طرق التدريب وانتشرت مصطلحات جديدة مثل: التدريب الهوائى واللاهوائى، وتدريب تحمل اللاكتيك، وإنتاج اللاكتيك، وتدريب العتبة الفارقة اللاهوائية، وتدريب الهيبوكسيك أو نقص الأكسچين، وأصبحت مراجع ودراسات التدريب لا تتعامل إلا فى ضوء هذه اللغة الجديدة وتلك المصطلحات والتى فرضت على المدرب أن يتقن لغة فسيولوچيا الرياضة وإلا لن يستطيع استكمال مسيرته فى هذا المجال.

لماذا فسيولوچيا التدريب والرياضة ؟

يعتبر فسيولوچيا التدريب والرياضة من العلوم الأساسية الهامة فى مجالات التربية لبدنية والرياضة، ونتيجة لزيادة معامل فسيولوچيا التدريب والرياضة خلال السنوات الأخيرة استطاع الباحثون الحصول على المعلومات والحقائق

الفسيولوچية الهامة والتى أسهمت فى تطوير التدريب وتقنين الأحمال التدريبية لتتلاءم مع قدرة الجسم والاستفادة من تأثيراتها الإيجابية وتجنب التأثيرات السلبية على الحالة الوظيفية والصحية، وقد دلت الدراسات العلمية على أن تشكيل حمل التدريب دون دراسة تأثيراته الفسيولوچية على الجسم يؤدى فى كثير من الأحيان إلى الإصابات المرضية التى تظهر خلال الموسم التدريبى.

١- الوقاية الصحية للرياضيين والممارسين

لعل السبب المباشر لاهتمام علماء الطب الرياضى وفسيولوچيا التدريب والرياضة بدراسة تأثير الممارسة الرياضية على الحالة الصحية إنما يرجع إلى ما نلمسه فى وقتنا الحالى من زيادة هائلة فى حجم وشدة الأحمال التدريبية مما يتطلب أن يكون المدرب على وعى ومقدرة وعلم لتقنين الأحمال التدريبية بالشكل الملائم حتى لا تؤدى هذه الأحمال إلى التأثير العكسى على الحالة الوظيفية وانعكاس ذلك بالتالى على الحالة الصحية للرياضى وتؤكد نتائج بعض الدراسات منذ ١٩٠٦ وجود علاقة عكسية بين مستوى الحالة التدريبية ومستوى المناعة وأن استمرار تنفيذ أحمال تدريبية مرتفعة الشدة لفترة طويلة يؤدى إلى انخفاض نشاط الكرات البيضاء وإنتاج الأجسام المضادة وبالتالى انخفاض وظائف الجسم الدفاعية، كما يؤدى الحمل التدريبى الزائد إلى تغيرات فى النسيج العضلى ارتباطا بكثرة الإصابات العضلية الصغيرة المزمنة التى تحدث غالبا فى حالة الإجهاد مما يؤدى إلى ضعف التوصيل العصبى والأوعية الدموية للألياف المصابة، كما يصاب الرياضيون فى كثير من الأحيان ببعض الإصابات المرضية المزمنة فى بعض المفاصل والتى أصبحت لها شهرتها مثل آلام مفصل الكتف Shoulder Pain الذى يصيب أكثر من ٦٠٪ من السباحين وتؤدى فى معظم الأحيان إلى الاعتزال بالإضافة إلى إصابات آلام الركبة Knee Pain لسباحى الصدر خلافا لأمراض العيون والأذن، كما تزيد فرص الإصابة بأمراض الجهاز التنفسى لدى متسابقى الجرى مسافات طويلة، ولا يقتصر الأمر على ذلك ولكن تمتد إلى حماية حياة الرياضى، والمثال الواضح على ذلك ما ذكره العالمان فوكس وماتيوس ١٩٨١ عن حدوث بعض حالات الوفاة المؤسفة بين لاعبى كرة القدم الأمريكية سنوات ١٩٧٨-١٩٨٠ حيث بلغت سبع حالات لدى طلاب المدارس العليا وخمس حالات لدى طلاب الكليات، ويرجع السبب فى ذلك إلى إصابتهم بضربة الحرارة Heat Stroke.

وقد دلت نتائج تحليل الأسباب على أن معظم حالات الإصابات حدثت فى اليوم الأول أو الثانى من بدء الموسم التدريبى، كما أن اللاعبين كانوا يرتدون ملابس اللعب الثقيلة بالمساند الوقائية كاملة، وقد تراوحت درجة حرارة الجو ما بين ٣١,٧ مئوية و١٥,٦ درجة مئوية والرطوبة ما بين ٤٠٪ إلى ١٠٠٪، ومن بين هذه الحالات لم يسمح لخمسة منهم بتناول الماء، ومنذ ذلك أصبح تناول الماء أثناء الأنشطة الرياضية من الأمور الصحية الشائعة.

٢- اقتصادية بذل الجهد والوقت والمال فى التدريب والممارسة

لا شك أن العامل الاقتصادى له أهمية كبيرة عند الاعداد لتحقيق هدف معين، وتساعد

المعلومات الفسيولوجية فى تحقيق أهداف التدريب الرياضى مع الاقتصاد فى الجهد والوقت والمال وقد تحقق ذلك من خلال الاقتصادية فى تركيز برامج التدريب حول التخصصية وتوفير ظروف تدريبية تشابه إلى حد كبير ظروف الأداء فى المنافسة بالإضافة إلى توصيف نوعية الغذاء المناسب للرياضى وفقا لتخصصه ونوع المنافسة وطبيعة التدريب وتصحيح كثير من المعتقدات الخاطئة حول بعض نوعيات التغذية، والتى كانت تهدر كثير من الأموال دون العائد المنتظر، كما ساعدت عمليات الانتقاء فى توفير الوقت والجهد والمال الذى كان يهدر على رياضيين لا تتناسب إمكاناتهم مع نوع النشاط الرياضى الذى يتخصصون فيه.

٣- التعرف على نوعية التغيرات الفسيولوجية المرتبطة بالتدريب والمنافسة

يمكن من خلال التعرف على نوعية وطبيعة العمليات والتغيرات الفسيولوچية الناتجة عن استجابة الجسم وتكيفه مع الأحمال التدريبية - أن يخطط المدرب برامج التدريب الملائمة متجنبا الإجهاد عند زيادة الحمل التدريبى ودون الوصول إلى الحد الفسيولوچى المؤثر، ومن أبرز الأمثلة التطبيقية لذلك استخدام معدل النبض كمؤشر لتحديد نوعية الحمل، وكذلك درجة شدته، وهل يقع فى المنطقة الهوائية أو اللاهوئية، كذلك تحديد فترات الراحة البينية أثناء أداء التدريبات التكرارية، كما تستخدم نسبة تركيز حامض اللاكتيك لتقنين حمل التدريب ومدى تطور مستوى الحالة الفسيولوجية للرياضى فى مواجهة الأحمال التدريبية والتكيف معها، كذلك تحديد العلامات الفسيولوچية للإجهاد حتى يمكن للمدرب المبادرة بتجنب الوصول بالرياضى إلى درجة مزمنة يصعب تخليصه منها فيما بعد.

وقد أمكن حاليا تحويل ما كان معروفا من مصطلحات فى مجال التدريب إلى مسميات فسيولوجية باعتبار أن العمليات الفسيولوچية التى تحدث داخل الجسم هى الأساس الحقيقى الذى تقوم عليه الحركة وأن نوعية إنتاج الطاقة داخل العضلة هو لب القضية، وبهذا الأسلوب يتعامل المدرب باللغة التى يستجيب لها الجسم وأصبحت الصفات البدنية مثل السرعة والقوة والقدرة تعود إلى أصلها الفسيولوچى باعتبارها تمثل القدرة اللاهوائية القصوى، كما أن تحمل السرعة وتحمل القوة يمثلان فى جوهرهما تحمل اللاكتيك، وتحمل الجهاز الدورى التنفسى أو التحمل العام أصبح يعنى التحمل الهوائى، وبناء عليه تطورت طرق التدريب وأمكن تقنينها فى ضوء تحديد شدة وحجم الحمل تبعا لتأثيراته الفسيولوچية وظهرت مسميات جديدة مثل تدريب القدرة اللاهوائية القصوى وتدريب التحمل اللاهوائى وتدريب العتبة الفارقة اللاهوائية وتدريب تحمل اللاكتيك وإنتاج اللاكتيك وتدريب التحمل الهوائى وتدريب الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين وغيرها من الطرق المختلفة التى تهدف أساسا إلى تنمية قدرات الجسم الفسيولوچية التى تعد الطريق العلمى الوحيد للتقدم.

٤- تقنين الأحمال التدريبية وتوزيعها على مدار الخطة التدريبية

يعتبر حمل التدريب هو الوسيلة الرئيسية لإحداث التأثيرات الفسيولوچية للجسم مما يحقق

تحسين استجاباته وبالتالى تكيف أجهزة الجسم والارتفاع بالمستوى الرياضى عن طريق التدريب. إلا أن تحديد الحمل الملائم هو المشكلة الرئيسية عند تخطيط أى برنامج تدريبى، فالأحمال التى تزيد عن مقدرة الرياضى على تحملها تؤدى إلى الإجهاد وعدم تحقيق التكيف الفسيولوچى المنشود، كما أن الأحمال التى تقل عن مقدرة الرياضى لا تؤدى بالتالى إلى تحقيق التكيف وبالتالى لا يرتفع مستوى الأداء، وتساعد نتائج الاختبارات الفسيولوچية والمعملية المختلفة على تحديد درجة الحمل الملائمة للرياضى فى ضوء الفروق الفردية، وقد أمكن حاليا تقسيم شدة الأحمال التدريبية إلى عدة مستويات مختلفة مع توصيف نماذج المهارات الفنية وتدريباتها المختلفة تبعا للمستويات المختلفة لشدة الحمل، ويمكن للمدرب الاستعانة فى ذلك باستخدام معدل النبض أو نسبة تركيز حامض اللاكتيك فى الدم، كذلك يمكن تشخيص حالات الإجهاد معمليا عن طريق تحليل عينات البول والدم والتعرف على نشاط الإنزيمات والهرمونات.

٥- الاختبارات الفسيولوچية للتشخيص والمتابعة

تعتبر الاختبارات الفسيولوچية أحد المكونات الأساسية لبرنامج التدريب فهى تكشف عن إمكانات الرياضى الحقيقية الموروثة والمكتسبة والتى لا تقتصر فقط على القياسات الأنثروبومترية، ولكن أيضا الإمكانات الموروثة للجهاز الدورى ونوعية الألياف العضلية ونسب توزيعها لعلاقتها بالسرعة والتحمل وكذلك درجة استعداد الرياضى وقابليته للتدريب، وتساعد على تحقيق كثير من الأهداف الهامة والتى من بينها تقنين حمل التدريب والتأكد من صحة تنفيذ البرنامج التدريبى وتحقيقه لأهدافه، وتقويم الحالة الفسيولوچية للرياضى لتحديد نواحى الضعف والقوة المساهمة فى عمليات انتقاء الموهوبين، وتستخدم لتحقيق ذلك اختبارات القدرة اللاهوائية القصوى والحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين والعتبة الفارقة اللاهوائية وغيرها، ولم يعد استخدام هذه الاختبارات مقصورا فقط على الاستخدامات المعملية، بل قد أمكن تبسيطها حتى يتمكن المدرب العادى من استخدامها بشكل ميدانى تطبيقى يمكن تنفيذه بالملعب.

٦- الانتقاء والتوجيه الرياضى تبعا للخصائص الفسيولوچية المميزة للرياضى أو الممارس ومتطلبات النشاط الرياضى

ظهرت مشكلة الفروق الفردية منذ بدء الخليقة، فالأفراد لا يتساوون فى جميع قدراتهم، ولذا فان اكتشاف القدرات الحركية والخصائص الفسيولوچية التى يتميز بها كل إنسان يساعد فى توجيهه لممارسة نوع معين من الأنشطة الرياضية يتلاءم مع ما يتميز به، إنما يعجل بتحقيق النجاح والوصول إلى المستويات العالية مع الاقتصاد فى الوقت والجهد والمال الذى يبذل مع أفراد ليسوا صالحين لممارسة نوع معين من الأنشطة الرياضية، ولقد ساهمت الدراسات الفسيولوچية فى هذا المجال حيث أمكن تحديد مدى استعدادات اللاعب الفسيولوچية لأداء مسابقات السرعة والتحمل فى ضوء المؤشرات الفسيولوچية الهامة، واستخدمت لذلك مؤشرات فسيولوچية كثيرة تشمل الحالة الصحية للرياضى والإمكانات الوظيفية للجهاز الدورى والتنفسى والاقتصاد الوظيفى للعمليات الوظيفية اللاإرادية وخصائص استعادة الاستشفاء

بالإضافة إلى مستوى الكفاءة البدنية العامة والخاصة لارتباط كل منهما بمستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين، كما يراعى أيضا الإمكانات اللاهوائية لمواجهة الأنشطة التى تتطلب ذلك.

المبادئ الفسيولوجية للتدريب

حتى تحقق الممارسة الرياضية أهدافها سواء كان ذلك من أجل رفع مستوى الأداء الرياضى أو الممارسة من أجل الوقاية الصحية، يجب اتباع بعض المبادئ الفسيولوچية الأساسية والتى يؤدى إغفالها إلى عواقب سيئة قد تضر بصحة الرياضى ومدى تحقيقه للإنجازات الرياضية، وهذه المبادئ هى كما يلى:

- مبدأ الفروق الفردية

The Principle of Individual Differences

- مبدأ التدرج

The Principle of Progression

- مبدأ التكيف

The Principle of Adaptation

- مبدأ الاستخدام / عدم الاستخدام

The Principle of Use/Disuse

- مبدأ التخصصية

The Principle of Specificity

وسوف نتناول فيما يلى كلا من هذه المبادئ بشىء من التفصيل:

مبدأ الفروق الفردية

The Principle of Individual Differences

من المعروف أن الأفراد يختلفون فيما بينهم فى جميع الخصائص؛ فهناك فروق فى المقاييس الجسمية الأنثروبومترية، كما أن هناك فروقا فى الخصائص الوظيفية، تظهر هذه الفروق فى معدل نمو الجسم والتمثيل الغذائى والتحكم العصبى والهرمونى، وبناء على ذلك فإن استجابات الأفراد للتدريب لن تكون متشابهة أو موحدة، فقد يستفيد رياضى من الحمل التدريبى ويتحسن مستواه، بينما نرى العكس عندما ينفذ البرنامج التدريبى نفسه رياضى آخر، وهذا يعنى أن البرنامج التدريبى الذى يصلح لفرد لا يصلح لفرد آخر تبعا لهذا المبدأ، وعليه فإن ما قد يلجأ إليه البعض من تطبيق برامج تدريبية منشورة فى الكتب والمجلات أو شبكة الإنترنت على الرياضيين يمكن أن تكون أضراره أكثر من فائدته. وتتلخص أهم الفروق الفردية بين الرياضيين فيما يلى:

- تحتاج العضلات كبيرة الحجم إلى فترة شفاء أطول من العضلات صغيرة الحجم.
- تحتاج الحركات أو التمرينات المميزة بالقوة المتفجرة أو السرعة إلى فترة استشفاء أطول.
- يتم استشفاء الألياف العضلية السريعة أسرع من الألياف البطيئة.

- تحتاج الإناث بصفة عامة فترة استشفاء أطول من الذكور.
- يحتاج الرياضيون الأكبر سنا فترات استشفاء أطول من الرياضيين الأصغر سنا.
- يحتاج الجسم إلى فترة استشفاء أطول فى حالة التدريب باستخدام أثقال أثقل وزنا.

مبدأ التدرج The Principle of Progression

يتطلب تحقيق التكيف الفسيولوچى زيادة حمل التدريب بصفة مستمرة حتى يواجه الجسم تحدى فسيولوچيا يستجيب له ويؤدى إلى تحسين قدرة الجسم على مواجهة هذا الحمل التدريبى، فعند التدريب باستخدام نفس الحمل التدريبى لفترة معينة يصبح هذا الحمل لا يمثل تحديا لقدرات الجسم وبالتالى لا يحدث التقدم المطلوب لذلك لابد من زيادة الحمل، إلا أن هذه الزيادة لا يجب أن تكون زيادة سريعة بوثبات عالية حتى لا يؤدى الارتفاع السريع فى حمل التدريب إلى حدوث ظاهرة الحمل الزائد Overtraining، وبناء عليه فإن التدرج فى رفع حمل التدريب يتم عن طريق تحديد الفترة اللازمة لحدوث التكيف أى توقيت إضافة الزيادة من جهة ومن جهة أخرى مقدار هذه الزيادة فى الحمل بحيث لا تتم الزيادة بعد فترة طويلة أكثر من اللازم أو العكس، كما لا يكون مقدار الزيادة كبيرا جدا أو صغيرا جدا، وهذا يتطلب خبرة المدرب وتقديره، ويدخل فى ذلك فترات الراحة والاستشفاء.

مبدأ التكيف The Principle of Adaptation

تتحسن الاستجابات الفسيولوچية بتكرار التدريب بشكل تخصصى ومع كل تكرار يتقن الرياضى الأداء بشكل أفضل وتقل درجة صعوبته وتتعود العضلات وأجهزة الجسم المختلفة على طبيعة الأداء ويقل الجهد الفسيولوچى الذى كان يبذل لأداء نفس المستوى، مما يمكن الرياضى من أداء مستوى أعلى، ويقل إحساس الرياضى بالتعب مع تحسن عمليات التكيف.

مبدأ الاستخدام/عدم الاستخدام

The Principle of Use/Disuse

من المعروف أن أجهزة جسم الإنسان تتحسن كفاءتها عند استخدامها بالشكل المعقول وهناك مثل معروف هو «استخدمها أو تفقدها Use it or lose it» أى أن الوظيفة التى لا تستخدم تفقد، فالتدريب المنتظم اليومى يحسن من كفاءة الجسم أما إذا أنقطع الرياضى عن التدريب يفقد التكيف الذى اكتسبه سابقا، فالعضلات يمكن أن تضمر ويقل حجمها بعدم التدريب؛ ولذلك فإن تحديد فترات الراحة المناسبة يلعب دورا هاما حتى لا تطول فترات الراحة فيفقد الرياضى تأثير التدريب الذى اكتسبه، ويعتبر استخدام التدريب للمجموعات العضلية فى أيام مختلفة من تطبيقات هذا المبدأ.

مبدأ التخصصية The Principle of Specificity

تحدث عمليات التكيف الفسيولوچى بشكل تخصصى بمعنى أن التقدم فى المستوى الرياضى

يتم من خلال استخدام التدريبات المرتبطة بشكل الأداء الطبيعي للرياضة التخصصية بمعنى أن تدريبات السباحة تعتبر أفضل تأثيرا فى الماء والعكس تدريبات الجرى بالجرى نفسه حتى تعمل نفس المجموعات العضلية بنفس الأسلوب والسرعة التى تتم فى الرياضة التخصصية، ويدخل فى ذلك استخدام سرعات فى الجرى والسباحة بنفس المستوى المستهدف فى المنافسة.

نشأة فسيولوجيا التدريب والرياضة

يرجع تاريخ الفسيولوچى إلى آلاف السنين حيث اهتم الإنسان بدراسة كيف يعمل الجسم، وتشير إلى ذلك آثار ما كتبه الأطباء فى الحضارات المصرية والهندية والصينية القديمة عن وصف طرق علاج مختلف الأمراض والمحافظة على الصحة، ويعنى أرسطو (٣٨٤-٣٢٢ ق م) بمصطلح فسيولوچى Physiology حرفيا معرفة الطبيعة، بينما وصف هيبوقراط(٣٨٤-٣٧٧ ق م) الذى يعتبر أبا الطب كلمة فسيولوچى بأنها القوة العلاجية للطبيعة، وقد ظل علم الفسيولوچى مرتبطا بعلم التشريح حتى القرن السادس عشر.

ويمكن اعتبار ظهور كتاب أندريس فيسليوس سنة ١٥٤٣ Andreas Veslius بداية لاستقلال علم الفسيولوچى عن علم التشريح حيث ركز الكتاب على توضيح الوصف التشريحى لمختلف أعضاء الجسم، كما تم شرح وظيفة كل عضو منها، وذكر المؤرخ البريطانى سير مايكل فوستر Sir Michael fostr أن هذا الكتاب ليس مجرد بداية حديثة لعلم التشريح ولكنه أيضا بداية حديثة لعلم الفسيولوچى وقد كان عنوان الكتاب «تركيب الجسم Structure of Human Body البشرى». وقد ظل تفسير الانقباض العضلى وكيفية حدوثه مجهولا لفترة طويلة لدرجة أن وصف طبيعة الانقباض العضلى كانت تتم من خلال الملاحظة بالعين المجردة حتى أن فابريسيوس Fabricuius, 1574 ذكر أن العضلة تستمد قوة الانقباض من الوتر وليس من جسم العضلة ذاته، ولم يكتشف علماء التشريح الألياف العضلية إلا بعد أن اكتشف العالم الألمانى Anton Van Leeuwenhok الميكروسكوب حوالى سنة ١٦٦٠ وبالرغم من ذلك لم يعرف كيفية انقباض هذه الألياف حتى ظهور الميكروسكوب الإلكترونى. كان الهدف الرئيسى لعلماء الفسيولوچى حتى قبل نهاية القرن التاسع عشر هو التركيز فقط على المعلومات الإكلينيكية ولم يكن هناك اهتمام باستجابات الجسم للتدريب، بالرغم من أن قيمة النشاط البدنى المنتظم كانت معروفة جيدا منذ منتصف القرن الثامن عشر حيث نالت فسيولوچيا النشاط العضلى بعض الاهتمام حتى نهاية العشرين.

نشر أول كتاب فى فسيولوچيا التدريب والرياضة سنة ١٨٨٩ بعنوان Physiology of Bodily Exercise قام بتأليفه Fernand La Grange وشمل الكتاب موضوعات مثل العمل العضلى، والتعب، وتعود العمل ودور المخ فى التدريب.

وظهرت كثير من النظريات خلال القرن الثامن عشر لتوضيح مصادر الانقباض العضلى، وقد عرف أن العضلات تولد حرارة كبيرة أثناء التدريب لدرجة أن بعض النظريات اقترحت أن هذه الحرارة تستخدم بطريقة مباشرة أو غير مباشرة لتقصير الليفة العضلية.

تاريخ فسيولوچيا التدريب والرياضة فى أوربا:

حصل بعض العلماء على جائزة نوبل نتيجة لمساهمتهم فى اكتشافات هامة فى مجال التدريب العضلى ساعدت على تقدم فسيولوچيا التدريب والرياضة:

- فى عام ١٩٢٠ حصل العالم الدنماركى August Krogh(1977-1886) على جائزة نوبل عن بحثه فى وظيفة الدورة الدموية فى الشعيرات الدموية، كما أنه معروف أيضا بسبب تصميمه للعديد من الأجهزة التى تستخدم فى معامل فسيولوچيا التدريب مثل جهاز التحليل لقياس ثانى أكسيد الكربون وجهاز قياس وزن الجسم للإنسان حتى بضعة جرامات. ويعتبر معمل August Krogh بالدنمارك أحد معامل فسيولوچيا التدريب والرياضة الهامة على مستوى العالم.

- حصل العالم البريطانى A.V. Hill (١٨٨٦ -١٩٧٧) على جائزة نوبل لعام ١٩٢٢ عن اكتشافاته حول التمثيل الغذائى لتشكيل الطاقة وعمله المعروف عن الدين الأكسچينى كما قدم عام ١٩٢٤ مصطلح الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين كوصف للحد الأعلى للأداء.

- حصل العالم الألمانى Otto Meyrhof (١٨٨٤ -١٩٥١) بالإشراك مع A.V. Hill وفى نفس العام١٩٢٢ على جائزة نوبل عن التمثيل الغذائى للجلوكوز والذى يؤدى إلى إنتاج حامض اللاكتيك ذلك العامل الذى اعتقد لفترة طويلة أنه المسبب للتعب.

- فى عام ١٩٢٧ حصل العالم المجرى Albert Szent Gorgyi (1986-1893) على جائزة نوبل عن الإحراق البيولوجى وحول الكيمياء الحيوية للتقلص العضلى ومن مؤلفاته كتاب عن الأكسدة والتخمر والفيتامينات والصحة والمرض نشر عام ١٩٣٩ وكتاب كيمياء التقلص العضلى نشر ١٩٤٧.

- فى عام ١٩٥٣ حصل العالم الألمانى Hans Krebs (1981-1900) على جائزة نوبل لعام ١٩٥٣ لاكتشافه دورة كريبس عام ١٩٣٧ لإعادة بناء ATP.

وهناك العديد من العلماء الأوربيين الذين يجب ذكرهم لمساهمتهم فى مجال فسيولوچيا التدريب مثل:

Haldane الذى قدم بعض الأعمال حول دور ثانى أكسيد الكربون والتحكم فى التنفس، كما طور جهاز تحليل الغازات والذى يعرف باسمه "هالدان".

كما قام C.C.. Douglas بعمله الرائد بالمشاركة مع Haldane عن دور الأكسچين وحامض اللاكتيك فى التحكم بالتنفس أثناء التدريب، وبعض الأعمال المرتبطة بالمرتفعات المختلفة، كما ابتكر الحقائب المطاطية لجمع الهواء واستخدمت فى معامل فسيولوچيا التدريب لعدة سنوات بكل العالم وعرفت باسم حقائب دوجلاس.

معمل هارفرد للتعب وبداية تاريخ فسيولوچيا التدريب والرياضة فى الولايات المتحدة الأمريكية

يعتبر إنشاء معمل هارفرد نقطة مضيئة فى تاريخ فسيولوچيا التدريب بالولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٢٧ حتى أغلق عام١٩٤٧

ويرجع الفضل فى إنشائه إلى عالم الكيمياء الحيوية الشهير Lawrence J. Henderson، واهتمت الدراسات فى البداية بالأضرار الصناعية وفسيولوچية حركة الجسم تحت تأثير ضغوط البيئة مثل الحرارة والمرتفعات ولم يرغب Henderson فى إدارة المعمل وحده ولكنه عين لهذه المهمة الكيميائى الشاب David Bruce من جامعة ستانفورد كأول مدير للمعمل وظل يعمل بالمعمل حتى إغلاقه، وقد أنتج المعمل دراسات علمية فى كثير من المجالات نذكر منها:

دراسات التمثيل الغذائى وتشمل: الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين، الدين الأكسجينى، التمثيل الغذائى للكربوهيدرات والدهون خلال الأنشطة طويلة المدى.

فسيولوچيا البيئة وتشمل: المرتفعات، والجفاف، والحرارة والرطوبة.

الفسيولوچيا الإكلينيكية وتشمل: الفصام ومرض السكر.

الشيخوخة وتشمل: التمثيل الغذائى القاعدى، والحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين، والحد الأقصى لمعدل القلب.

الدم وتشمل: التوازن الحمضى - القلوى، تشبع الأكسچين (دور ضغط الأكسچين وثانى أكسيد الكربون وأول أكسيد الكربون).

التغذية وتشمل: تقنيات القياسات الغذائية، والڤيتامينات، والطعام.

اللياقة البدنية وتشمل: اختبار الخطو لهارفرد.

وقد جذب معمل هارفرد شباب الفسيولوچيين من أنحاء العالم، حيث استقبل مبعوثين من ١٥ دولة عملوا فى هذا المعمل منذ إنشائه سنة ١٩٢٧ حتى أغلق سنة ١٩٤٧، وانتشروا وأنشأوا معامل فى بلادهم ولعل أبرزهم علماء الدول الإسكندنافية.

ساهم كثير من العلماء فى تطوير فسيولوچيا التدريب والرياضة فى الولايات المتحدة الأمريكية نذكر منهم:

- المهاجر الروسى Peter Karpovich والذى له الفضل فى تقديم الفسيولوچى إلى التربية البدنية وقدم العديد من الأبحاث والتدريس بكلية سبرنج فيلد منذ سنة ١٩٢٧ وحتى وفاته سنة ١٩٦٨.

- Kennth Cooper والذى قدم كتابه الشهير Aerobics والذى تناول الأسس الفسيولوچية لاستخدام التدريب الهوائى من أجل أسلوب حياة صحى.

- Lamb R. D. أحد العلماء البارزين والذى قدم مؤلفه الشهير فسيولوچيا التدريب - الاستجابات والتكيفات وذلك سنة ١٩٧٨ ثم الطبعة الثانية ١٩٨٤ وقد قام بتحرير حوالى ١٢ مجلدا علميا تناول فيها جميع موضوعات الفسيولوچيا الحديثة.

تأثير علماء الدول الاسكندنافية على تطور فسيولوچيا التدريب والرياضة.

لا يمكن إغفال الدور الذى قام به الكثير من علماء الدول الاسكندنافية لتطوير فسيولوچيا التدريب والرياضة، حيث أدت العلاقة بين العالم الدنماركى August Krogh ومدير معمل هارفرد إلى حضور ثلاثة من الباحثين النرويجيين إلى

معمل هارفرد خلال الثلاثينيات للدراسة والعمل ثم عادوا إلى بلادهم وبذلوا جهودا كثيرة لتطوير فسيولوچيا التدريب والرياضة وهم على النحو التالى :

- أصبح كل من Asmussen و Nielson أساتذين فى جامعة كوبنهاجن، وقد اهتم Asmussen بدراسة التجهيزات الميكانيكية للعضلة، بينما اهتم Nielson بدراسة التحكم فى درجة حرارة الجسم.

- أما الباحث الثالث فهو Hohwu Christensen والذى يعتبر أول أستاذ لفسيولوچيا التدريب والرياضة بكلية التربية البدنية باستوكهولم، وقد قام فى أواخر الثلاثينيات بنشر سلسلة من خمس دراسات عن التمثيل الغذائى للكربوهيدرات والدهون خلال التدريب، وقد احتفظت هذه الدراسات بمكانتها فى مقدمة الدراسات فى مجال تغذية الرياضيين لفترة طويلة.

- قدم Hohwu Christensen إلى مجال فسيولوچيا التدريب والرياضة العالم النرويجى الشهير Per - Olof Astrand والذى اشتهر بالعديد من الدراسات فى مجال اللياقة البدنية وسعة التحمل وذلك خلال الخمسينيات والستينيات، كما تتلمذ على يديه ومعه Hohwu Christensen واحد من العلماء البارزين حتى الآن وهو Bengt Saltin الذى قاد ـ وما زال ـ كثير من الدراسات فى مجال التمثيل الغذائى للعضلات أثناء التدريب مما ساعد كثيرا على فهم هذه العمليات، كما ساهم Hohwu Christensen وBengt Saltin مع مجموعة الفسيولوچيين بمعهد كارولينسكا فى استوكهولم فى دراسة التطبيقات الإكلينيكية فى التدريب.

- قام Jonas Bergstorm من معهد كارولينسكا فى سنة ١٩٦٦ بإعادة تقديم طريقة سحب عينة من العضلة بواسطة الإبرة Biopsy Needle وقد قدمت فى المرة الأولى فى بداية القرن التاسع عشر لدراسة نقص تغذية العضلة، وقد أتاحت هذه الطريقة دراسة عضلة الإنسان من الناحية الكيميائية والنسيجية قبل وأثناء وبعد التدريب.

فسيولوچيا التدريب والرياضة فى الاتحاد السوفيتى سابقا

ظهر اهتمام العلماء فى الاتحاد السوفيتى سابقا بعلم فسيولوچيا التدريب والرياضة كفرع من الفسيولوچى العام فى الثلاثينيات بناء على نظريات كثير من العلماء أمثال ستشونوف وبافلوف وأختومسكى، وقد ركزت معظم الدراسات على معالجة موضوعات هامة شملت ما يلى :

- آليات النشاط العضلى وتفصيلات التوافق الحركى.
- تشكيل رد الفعل الحركى الشرطى.
- وظائف المحللات.
- خصائص الوظائف اللاإردية (الدورة الدموية - التنفس - التمثيل الغذائى).
- طبيعة التعب.

ومن أبرز العلماء فى هذا الوقت:

- اهتم سلوجوب وفارفل وبروتسكى بدراسة فسيولوچيا المحللات وانعكاس النشاط البدنى فى النشاط الكهربى الحيوى للمخ.

- اهتم زيمكين وكوتس وكروبكوف وفارفل وأجولينسكى بدراسة فسيولوچيا الصفات البدنية والخصائص الفسيولوچية للمهارات الحركية.

- اهتم فاسيليفا وكاربمان وسمينوف بدراسة الجهاز الدورى والتنفسى.

- اهتم فيرو وياكوفليف بدراسة حالات ما قبل البداية والتهيئة والتعب.

فسيولوچيا التدريب والرياضة فى مصر والعالم العربى

درس طلاب كليات التربية الرياضية قبل عام ١٩٨٠ الفسيولوچى العام من أساتذة كليات الطب، ومن أبرزهم الأساتذة أحمد فتحى الزيات، وأحمد مالك، وأسامة رياض وكان لهم الفضل فى ربط الفسيولوچيا العامة بالرياضة، وسعد كمال وحسين حشمت، وعاد من البعثة فى الخارج فى وقت واحد تقريبا فى أواخر السبعينيات كل من الأساتذة أبوالعلا أحمد عبد الفتاح، وعبد المنعم بدير، يوسف دهب من الاتحاد السوڤيتى سابقا وفاروق عبد الوهاب من الولايات المتحدة الأمريكية، بالإضافة إلى مساهمة لواء طبيب دكتور أحمد معروف وعملوا جميعا بجهد فى التعريف بعلم فسيولوچيا الرياضة ووضع أسسه الأولية، وتخرجت موجة ثانية من الفسيولوچيين من المدرسة المصرية شملت الأساتذة ذكية فتحى، وليلى صلاح، وبهاء سلامة، وأمال الصادق وخلال إعداد هذا الكتاب انضم إلى أسرة أساتذة فسيولوچيا الرياضة كل من الأستاذين عمر شكرى وهشام مهيب، وظهر العديد من المؤلفات والدراسات العربية فى هذا المجال، ويمكن على سبيل المثال ذكر الجهود العلمية التى يبذلها الدكتور هزاع محمد الهزاع بالمملكة العربية السعودية والدكتور عائد فضل فى المملكة الأردنية.

البحث العلمى فى مجال فسيولوچيا الرياضة

الأهداف العامة للعلم

يرى البعض أن غالبا ما يكون هناك هدفان متعارضان للعلم حيث يهدف العلم إلى تحسين خدمة المجتمع بتقديم حلول للمشاكل الهامة لتحسين نوعية الحياة بصفة عامة، ويقصد بذلك العلم للتطبيق وللحياة، بينما النظرة الأخرى للعلم ترى أن هدف العلم هو وصف وفهم كل ما يحدث دون ضرورة للتطبيق العملى وتفسيرا لذلك يذكر لامب Lamb تطبيقا فى مجال الفسيولوچى أن المعلومات التى يكتشفها العلم عن كيفية عمل أعضاء وأجهزة الجسم فى حد ذاتها أثناء النشاط البدنى هى معلومات لها قيمتها التطبيقية فى تحسين استجابات الجسم الفسيولوچية يعنى النجاح فى تحقيق التكيف الفسيولوچى فى مواجهة الأحمال التدريبية المختلفة، وبالتالى ارتفاع مستوى الأداء وهذا فى حد ذاته تحقيق للهدف الأول للعلم وهو التطبيق العملى الذى يعود بعائد مباشر نلمسه فى عدة أوجه سواء على مستوى تحقيق أداء رياضى أفضل أو تحسن عمل أجهزة الجسم لمواجهة الضغوط البدنية والنفسية اليومية، ومن جهة أخرى فقد يمكن للعلم

اكتشاف تأثيرات أو علاقات لا نجد لها استخدام مباشر فى الحياة العملية فى وقتها وهذا يعد تطبيقا للهدف الثانى للعلم وهو العلم للعلم إلا أن هذا فى حد ذاته يمكن أن تكون له فائدة مباشرة مستقبلا، ففى علم الفيزياء لم يكن للبحوث التى اكتشفت الترانزستورات قيمة تطبيقة حين ظهرت إلا أن تلك النتائج أصبح لها قيمة تطبيقية كبيرة بعد ذلك حينما دخلت الترانزستورات جميع أوجه حياتنا اليومية فى الراديو وشبكات التليفزيون والكمبيوتر، وبهذا يمكن تلخيص واجبات العلم فيما يلى:

- التفسير Explanation للسلوكيات أو الموضوعات .
- الفهم Understanding .
- التنبؤ Prediction بما سوف يحدث والنتائج .
- الضبط Control .

وتتم عملية الفهم وفقا لمستويات الفهم الثلاثة التالية:

- البحث عن الحقائق Finding Facts
- تطوير القوانين Developing Laws
- بناء النظريات Establishing Theories

وتحتاج عملية البحث عن الحقائق إلى الملاحظة العلمية لاكتشاف الحقيقة العلمية ثم يتم تسجيل البيانات وعادة ما تستخدم فى ملاحظة الظاهرة وسائل سمعية وبصرية وفنية مختلفة كما تتم دراسة الظاهرة وعلاقاتها بالظواهر الأخرى.

وبناء على المنهجية العلمية تعمل البحوث والدراسات المختلفة فى مجال الفسيولوچى على الكشف عن الحقائق مستعينة بذلك بالملاحظة العلمية والتجارب المعملية والميدانية، حيث يقوم الباحث بوضع الفروض والتى هى عبارة عن تخمين ذكى لحل المشكلة، غير أنه يحتاج للتحقق من صدق هذا الفرض إلى القيام باختبار هذا الفرض من خلال تصميم تجربة البحث، ويحتاج الباحث فى هذه الحالة إلى القيام بعمليات الضبط أو التحكم فى جميع العوامل التى قد يكون لها تأثير على موضوع الظاهرة التى يقوم بدراستها حتى يمكن التوصل إلى نتائج يمكن الوثوق بها واعتبارها حقائق علمية وحينما تتكرر وتتجمع ولا تكون متعارضة تُشكل قانونا علميا، وهذه القوانين العلمية تصف العلاقة بين المتغيرات المستقلة والتابعة وهى تتدرج من الخاص إلى العام، ومعظم القوانين لها حدود معينة لأنها تطبق فى ظروف معينة، وتعمل النظريات على تفسير المبادئ الأساسية للقوانين، ومع تجمع وتكشف مجموعة من القوانين العلمية يمكن التوصل إلى النظرية.

أنواع الدراسات الفسيولوچية:

هناك نوعان من الدراسات الفسيولوچية وهما:

- تصميم البحث المقطعى

Cross - Sectional Research Design.

- تصميم البحث الطولى

Longitudinal Research Design .

والفرق بين كلا نوعى الدراسة هو فى نوعية عينة الدراسة وزمن تطبيق القياسات، ففى حالة البحث المقطعى يتم اختيار عينة كبيرة ولكنها تنقسم إلى مجموعات يمثل كل منها قطاعا معينا، ويتم إجراء القياس مرة واحدة ثم يتم المقارنة بين قطاعات العينة، ومثال على ذلك عندما يود الباحث دراسة تأثير النمو على الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين فيقوم باختيار مجموعات من أعمار مختلفة ويتم إجراء القياس عليهم دفعة واحدة ثم تقارن نتائج القياس بالنسبة لكل مجموعة سنية مع المجموعات الأخرى، بينما يتم تطبيق ذلك عند تطبيق البحث الطولى باختيار مجموعة واحدة من عمر موحد ويقاس استهلاك الأكسچين لهم ثم يتم فى العام التالى تكرار القياس، وهكذا كل عام فى شكل تتابعى ويتم المقارنة بين نفس المجموعة فى أعمارها المختلفة.

علم الفسيولوچى يقوم على التجريب:

يقوم علم الفسيولوچى فى جمع الحقائق لوضع القوانين وبناء النظريات على التجريب ولكى يقوم الباحث بعمل تجربة علمية فعليه أن يكون دقيقا فى اتباع خطوات المنهج العلمى وضبط كافة المتغيرات التى يمكن أن يكون لها علاقة أو تأثير على نتائج التجربة، ومن هنا يجب توضيح أهم شروط الضبط التجريبى مثل متغيرات الضبط التجريبى وأنواع التجارب وغيرها.

المتغير المستقل Independent Variable

هو العامل الذى يرغب الباحث فى دراسة تأثيره على عوامل أخرى مثل دراسة تأثير طريقة تدريب معينة على تحسن مستوى الأداء الرياضى، وهنا يجب أن يقوم الباحث بكل إجراءات الضبط الممكنة حتى يضمن أن يكون تأثير المتغير المستقل وحده هو السبب فى تحسن مستوى الأداء، وهنا قد يلجأ الباحث إلى استخدام مجموعة أخرى كعينة مماثلة للمجموعة الأساسية التى يخضعها للتجريب وبحيث تكون هذه المجموعة مشابهة للمجموعة التجريبية فى كل شىء بقدر الإمكان فيما عدا المتغير المستقل ويطلق عليها مجموعة ضابطة Control Group يقوم بعدم إدخال المتغير المستقل عليها وتعمل بالأسوب التقليدى، بينما يطلق على المجموعة الأخرى التى يدخل عليها المتغير المستقل المجموعة التجريبية Experiment Group.

المتغير التابع Dependent Variable

وهو المتغير الذى يهدف الباحث إلى التعرف على مدى تأثره بالمتغير المستقل وفى مثالنا يصبح المتغير المستقل هو طريقة التدريب المقترحة والمتغير التابع هو مستوى الأداء الرياضى.

المتغيرات الأخرى:

وهناك عوامل أخرى مختلفة يسعى الباحث لضبطها والتحكم فيها حتى لا تؤثر فى المتغير التابع أونتائج تجربة بحثه وتشمل ثلاثة أنواع هى:

١ - العوامل التى تنشأ من المجتمع الأصلى لعينة البحث.

مثل الخبرات السابقة والنمو والنضج والعمر التدريبى والحالة الصحية والاقتصادية والاجتماعية وغيرها.

٢- عوامل التجريب.

مثل الفرص المتكافئة بين المجموعتين الضابطة والتجريبية فى الفترة الزمنية المتاحة والأجهزة والأدوات والظروف المحيطة المختلفة من درجة حرارة الجو ونسبة الرطوبة وتوقيت التنفيذ خلال اليوم والتوزيع الزمنى.

٣- عوامل المؤثرات الخارجية.

وتشمل المدرب الذى يقوم بتنفيذ البرنامج والقائمين على تنفيذ الاختبارات وظروفها ووجود رياضى متميز فى إحدى المجموعتين أو العكس.

التجارب الفسيولوچية:

تجرى التجارب الفسيولوچية فى معظمها على حيوانات التجارب لسهولة الضبط والتجريب الذى يصعب تحقيقه فى التجارب التى تجرى على الإنسان.

وتستخدم طرق عديدة للضبط والتجريب تشمل:

- **دراسة المجموعة الواحدة Crossover study**

حيث يقوم الباحث باستخدام نفس عينة البحث كمجموعة ضابطة وكمجموعة تجريبية فى نفس الوقت، ومثال على ذلك إذا أراد الباحث دراسة تأثير مشروب رياضى معين على مستوى الأداء الرياضى فإنه يقوم بتنفيذ اختبار الأداء الرياضى دون تناول المشروب وهنا تصبح العينة مجموعة ضابطة ثم يكرر نفس التجربة مع تناول المجموعة المشروب الرياضى وهنا تصبح المجموعة تجريبية.

بلاسبو Placebo

وفى حالة تناول أفراد عينة البحث مواد معينة لدراسة تأثيرها فإن المتغير النفسى هنا قد يلعب دورا مؤثرا؛ لذلك تعطى للعينة مادة شبيهة تسمى بلاسبو Placebo ولكن ليس لها تأثير بحيث يتم تناول هذه الماده وكأنها المادة الحقيقية المطلوب دراسة تأثيرها بدلا من عدم إعطاء المجموعة الضابطة أى شىء فيعتقدون أن المادة التجريبية لها تأثير.

الدراسة العمياء Blind Study

فى هذه التجربة لا يعلم أفراد العينة الفرق بين المادة المطلوب دراستها والمادة الشبيهة «البلاسبو».

الدراسة العمياء - المزدوجة Double-Blind Study

فى هذه التجربة لا يعلم الباحث نفسه ولا أى فرد مشارك فى التجربة أى المجموعتين يتناول المادة الأصلية وأيهما يتناول المادة الشبيهة.

الدراسة العمياء على مجموعة واحدة

Double-Blind Study Crossover

وفى هذه الحالة تقوم المجموعة الواحدة نفسها بدور المجموعة التجريبية والمجموعة الضابطة على التوالى، وبحيث لا يعرف أفراد المجموعة فى كلا التجربتين أيتهما المادة الأصلية وأيتهما المادة الشبيهة.

أخلاقيات البحث العلمى فى مجال فسيولوچيا التدريب والرياضة

نظرا إلى أن الدراسات الفسيولوچية فى المجال الرياضى وحيث إن كثيرا من الباحثين الذين يقومون بها ليسوا أطباء فمن الضرورى التزام الحذر الشديد عند إجراء هذه التجارب، وفى كثير من التجارب يلزم وجود الطبيب كنوع من الإشراف الطبى وكعامل أمان لصحة أفراد عينة البحث ويجب الالتزام ببعض المعايير التى

وضعتها الرابطة الطبية العالمية لكل طبيب عامل فى مجال الطب الحيوى الذى يتناول حالات بشرية والتى يجب على الباحث فى مجال فسيولوجيا التدريب والرياضة الالتزام بها.

المبادئ الأساسية:

١- الامتثال للمبادئ العلمية المقبولة والمعروفة والدراية بها.

٢- صياغة بروتوكول البحث وفحصه من قبل لجنة مستقلة.

٣- تجرى التجارب تحت إشراف طبى يتحمل المسئولية.

٤- الموازنة الدائمة بين المخاطر والفوائد من إجراء البحث وبحيث تكون مصلحة الفرد والحفاظ على صحته فى مقدمة مصلحة المجتمع.

٥- يجب احترام حق الشخص موضوع البحث والمحافظة على سلامته.

٦- لا يجب نشر أى بحوث لا تراعى المبادئ الأساسية الأخلاقية للبحث العلمى.

٧- يتعين إبلاغ الشخص الذى يجرى عليه البحث بالأهداف ومناهج البحث والفوائد المتوقعة والمخاطر المحتملة والمشقة المتوقعة وأن له مطلق الحرية فى سحب موافقته فى أى وقت يشاء، ويفضل أن تكون الموافقة كتابية.

٨- فى حالة عدم أهلية الشخص لإعطاء الموافقة يتم الحصول على موافقة الوصى الشرعى عليه.

تطور اتجاهات الدراسات العلمية فى مجال فسيولوجيا التدريب والرياضة

يمكن تقسيم تطور اتجاهات الدراسات العلمية فى مجال فسيولوجيا التدريب والرياضة إلى أربع مراحل نستعرضها فيما يلى:

المرحلة الأولى قبل سنة ١٩٦٠ (البدايات)

* التغذية المصاحبة للتدريب.
* استجابات الجهاز الدورى التنفسى للتدريب.
* أسباب التعب العضلى أثناء التدريب.
* استجابات الجسم للتدريب فى البيئات الحارة والباردة.
* تنظيم التفاعلات الكيميائية الحيوية فى العضلة الهيكلية والكبد.

المرحلة الثانية ١٩٦٠ - ١٩٨٠ (الأنشطة الرياضية التنافسية)

* تأثير النظم الغذائية والتدريب على مخازن الكربوهيدرات بالعضلات.
* احتياجات التمثيل الغذائى للعضلة تحت مختلف درجات شدة الحمل التدريبى.
* نوعية الوحدات الحركية والألياف العضلية فى تحديد أداء التدريب.
* مواصفات العضلة والجهاز الدورى للقوة والتحمل.
* تأثيرات التدريب على وظيفة الجهاز الدورى والعضلة.

* تأثير التدريب على أداء التمرينات.
* تأثير أداء التمرينات فى ظروف بيئية مختلفة.

المرحلة الثالثة من ١٩٧٠ حتى الآن (الوقاية والتأهيل الصحى)

* تأثير التدريب على الصحة ونوعية الحياة.
* تأثير التدريب على الكوليسترول.
* تأثير التدريب على وظيفة القلب فى الحالات المرضية.
* تأثير التدريب على الوقاية والتأهيل الصحى.
* دور التدريب فى تحسين الصحة.

المرحلة الرابعة من ١٩٩٠ حتى الآن (البحث والمعرفة)

* دور التدريب فى مساندة وظائف الجسم على المستوى المجهرى.
* إمكانية أن يكون التدريب عامل خطورة للإصابة بمرض القلب.
* فوائد التدريب لبعض حالات الفئات الخاصة.
* تكيف جزيئات العضلة الهيكلية للتدريب.
* تنظيم سريان الدم خلال العضلة أثناء التدريب.

اتجاه الدراسات العلمية الحديثة

يمكن تلخيص الاتجاهات الحديثة فى مجال فسيولوجيا التدريب والرياضة فيما يلى:

* استخدام إبرة سحب عينة من العضلة الهيكلية قبل وأثناء وبعد التدريب أدى إلى طفرة علمية كبيرة فى مجال فسيولوجيا التدريب وبيوكيميائية العضلة.
* استخدام النظائر المشعة Stable Isotopes لدراسة التمثيل الغذائى الخلوى فى الإنسان أثناء الراحة والتدريب وبعد التدريب مما يساهم كثيرا فى فهم العمليات الدقيقة داخل الخلايا أثناء التدريب.
* استخدام الرنين المغناطيسى Magnetic Resonance فى دراسة التمثيل الغذائى فى العضلة الهيكلية أثناء أداء شدات الأحمال التدريبية المختلفة.

تطور مجالات فسيولوجيا التدريب والرياضة

تطورت مجالات تطبيقات فسيولوجيا التدريب الرياضة واتسعت

خلال فترة السبعينيات:

- التربية البدنية.
- اللياقة البدنية.
- التدريب الرياضى.

خلال التسعينيات:

- التربية البدنية.
- اللياقة البدنية.
- التدريب الرياضى.
- الطب.
- العلاج الطبيعى.
- الأبحاث.

- التغذية.
- الصحة المثلى Wellness.
- الرياضة والإنتاج.
- التمريض.

خلال القرن الحادى والعشرين

فى ظل الثورة البيولوچية التى يشهدها مطلع القرن الحادى والعشرين والتى بدأت بوادرها تشرق فى نهاية القرن العشرين من المتوقع أن تنال الرياضة حظا كبيرا من هذا التقدم المذهل ومن خلال الاندماج والتكامل الذى ظهر خلال السنوات الأخيرة حيث تداخلت البيولوچيا مع كثير من العلوم الأخرى والتى انعكست كثير من تطبيقاتها على الحياة العامة وأثارت الكثير من القضايا العلمية ليس على مستوى الجسم ككل أو أجهزته المختلفة ولكن تطورا مع التقدم فى البيولوچيا الخلوية Cellular Biology سيزداد عمق الدراسات فى دراسة التغيرات التى تحدث على مستوى الخلية، بل والأكثر من ذلك تمشيا مع تطور البيولوچيا الجزيئية Molecular Biology من المتوقع أن يزداد اتجاه الدراسات لتلك التغيرات الفسيولوچية على مستوى مكونات الخلية من الداخل، وهذا بدوره يجرنا نحو دور الهندسة الوراثية Genetic Engineering وما يمكن أن تقدمه من خدمات علمية أصبحت تثير الرعب مثل التحكم بالچينات Genetic Manipulation والاستنساخ الحيوى Cloning وإعادة تركيب الحامض الريبى النووى المنقوص الأكسجين الذى يحمل الصفات الوراثية للإنسان Recombinant D.N.A.، وقد يساعد هذا كثيرا فى حل كثير من المشكلات الصحية وتخليص البشرية من كثير من الأمراض المرتبطة بخلاياه مثل التخلف العقلى والنزف الدموى حتى الموت وضمور خلايا المخ والأنيميا الوراثية وعمى الألوان، فهل يمكن التحكم فى استخدام هذه العلوم فى صناعة البطل الرياضى المتفوق من خلال علم الهندسة الوراثية فكثير من الصفات البدنية والفسيولوچبة التى يعتمد عليها التفوق الرياضى لها جذور وراثية مثل السرعة والتحمل ونسبة الألياف السريعة والبطيئة فى العضلة وغيرها. والتعرف على المكونات البروتينية للألياف العضلية السريعة والبطيئة وتأثير التدريب على كل منها وكذلك عدم التدريب ومعدل بناء البروتينات وتغيرات الميتوكوندريا داخل الخلايا وتغيرات DNA وكذلك RNA والتغيرات المرتبطة بضمور العضلة.

الجمعيات والمجلات العلمية فى مجال فسيولوچيا التدريب والرياضة

ازداد الاهتمام بفسيولوچيا التدريب والرياضة وتطبيقاتهما فى مجال اللياقة والتدريب وانعكس ذلك فى زيادة عدد الجمعيات العلمية ومنذ الخمسينيات أنشئت كثير من الجمعيات وقبل عام ١٩٥٠ أنشئت فى الولايات المتحدة الأمريكية الجمعية الأمريكية الفسيولوچية: American Physiological Society (APS) والاتحاد الأمريكى للصحة والتربية البدنية والترويح.

American Association of Health, Physical Education, Recreation (AAHPER)

ودفعت الحاجة العاملين فى مجال الطب والتربية البدنية والفسيولوجيين المهتمين بالنشاط البدنى والصحة إلى تكوين جمعية علمية واحدة وهى «كلية الطب الرياضى الأمريكية» American College of Sports Medicine.

وهى جمعية أنشئت عام ١٩٥٤ من الأفراد والمحترفين تهدف إلى البحث عن كيفية استخدام الطب والتدريب لجعل حياة الأمريكيين أكثر صحة وتعهد بالتشخيص والعلاج والوقاية من الإصابات المرتبطة بالرياضة وتشجع على ممارسة النشاط البدنى؛ ولذلك تشجع البحث العلمى المتكامل الذى يجمع بين البحوث التربوية وتطبيقات الطب الرياضى وعلم التدريب بهدف تحسين الأداء الرياضى وتحسين اللياقة بهدف الصحة ونوعية الحياة، وهى تعتبر أكبر جمعية فى العالم نظرا لأنها تضم فى عضويتها حوالى ١٨,٠٠٠ ألف عضو من مختلف دول العالم فى مختلف التخصصات الطبية والصحية وتنقسم العضوية إلى ثلاثة مستويات هى:

١- الطب Medicine:

وتضم الأطباء من مختلف التخصصات الذين يعملون فى المستشفيات وعيادات الطب الرياضى وكليات الطب.

٢- العلوم الأساسية والتطبيقية

Basic and Applied Science

وتضم تخصصات مثل أخصائى فسيولوجيا التدريب Exercise Physiologist، ومدير برامج التدريب Exercise program، ومدير اللياقة للصحة Health Fitness Director، وأخصائى التدريب Exercise Specialist وأخصائى اللياقة للصحة Health Fitness Instructor وأخصائى الميكانيكا الحيوية Biomechanist والعاملين فى برامج اللياقة والصحة المثلى Wellness واللجنة الأولمبية والجيش والفضاء والمعامل

٣- التربية والعاملين فى المجال الصحى

Education and Allied Health

وتشمل مدرسى التربية البدنية والممرضين والمدربين وأخصائى العلاج الطبيعى.

الطب الرياضى

Sports Medicine

«الطب الرياضى» مصطلح فرض نفسه على الساحة الرياضية، وأصبح عاملاً أساسيًا لتقدم الأداء الرياضى على مستوى القمة، وكذلك على مستوى القاعدة العريضة للممارسين. مازالت الخلافات قائمة حول مفهوم الطب الرياضى ومجالاته المختلفة، ويعتقد البعض أن الطب الرياضى هو مجرد علاج الإصابات الرياضية، بينما يرى البعض الآخر أنه مجرد علاج للرياضيين بصفة عامة، بينما يحاول البعض أن ينسب الطب الرياضى لتخصصه وحده مع عزله عن باقى التخصصات العلمية الأخرى، ويرى البعض الآخر أن الطب الرياضى لا يمكن أن يكون له وجود ما لم يتم التكامل والتآزر بينه وبين العلوم والمجالات الأخرى وفى مقدمتها التربية البدنية والرياضة والتى وجد أساساً ليساعدها على القيام برسالتها الهامة فى التربية الشاملة، وهكذا ما زالت هذه القضية تثير

المناقشات والآراء، وسنحاول إلقاء الضوء حول مفهوم الطب الرياضى فى العصر الحديث وتوضيح مجالاته المختلفة، ولعل مما يزيد من قيمة المادة المطروحة فى هذا الموضوع هو أن معظم ما تضمنته تم عرضه خلال ندوة الطب الرياضى التى نظمتها الأكاديمية الأولمبية لإعداد القادة، ، واشتراك بينها معظم أساتذة ورواد الطب الرياضى فى مصر.

تاريخ وتطور الطب الرياضى

يرجع تاريخ الطب الرياضى إلى تاريخ الطب بصفة عامة، وقد أظهرت الآثار للحضارات القديمة أن البابليين والمصريين والصينيين القدماء، كان الأطباء منهم يعالجون الإصابات الرياضية مثل إصابات العدائين والملاكمين والمصارعين والرماة.

وتشير الآثار أن الجراح المصرى القديم قد عالج مختلف أنواع الجذع والملخ والكسور منذ عام ٢٢٠٠ إلى ١٦٠٠ قبل الميلاد.

ومع بداية الدورات الأولمبية الأولى فى عصر الإغريق منذ عام ٧٧٦ قبل الميلاد، كان الرياضيون الإغريق يحتاجون إلى فترة تدريب تمتد لمدة عشرة أشهر تحت الإشراف الطبى - وأطلق على الأطباء الرياضيين فى هذا الوقت اسم جمناستس «Gymansties» ولم تقتصر مهمتهم فقط على الإعداد البدنى للرياضيين ولكن امتدت إلى الاهتمام بنظام التغذية والصحة العامة.

وفى العصر الحديث عقد أول مؤتمر فى الطب الرياضى فى مدينة درسدن Dresdin سنة ١٩١١ وفى هذا المؤتمر نشر أول مرجع عن الطب الرياضى بعنوان: «الصحة للتمرينات البدنية» The Hygine of Physical Exercise.

وفى عام ١٩١٣ عقد فى باريس مؤتمر عن الطب الرياضى وفسيولوجيا الرياضة، وقد ناقش المؤتمر فسيولوجيا وكينسولوجيا التمرينات وبعض المشاكل الخاصة بالطب الرياضى.

وفى عام ١٩٢٨وقبل إقامة دورة Moriz تقابل أطباء يمثلون ٣١ دولة وتم تشكيل الاتحاد الدولى للطب الرياضى FIMS وما زال هذا الاتحاد يقوم بدوره إلى وقتنا هذا ويمثل الكيان الدولى للطب الرياضى، ويقوم بتنظيم لقاءات للعاملين فى مجال الطب الرياضى كل دورة، أولمبية صيفية أو شتوية، وأصدرت المجلة الرسمية للاتحاد والتى تطبع فى إيطاليا بمدينة تورنتو باسم. «مجلة الطب الرياضى واللياقة البدنية» The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.

ويشرف على تحريرها جراح العظام العالمى دكتور «جيوسيب لاكافا» Giuseppe lacava وقد صدر العدد الأول من هذه المجلة عام ١٩٦١.

وفى عام ١٩٥٤ أنشئت الكلية الأمريكية للطب الرياضى American College of Sports Medicine (A.C.S.M).

وفى عام ١٩٦٩ صدر العدد الأول لمجلة الكلية الأمريكية للطب الرياضى باسم «الطب والعلم فى الرياضة والتدريب» Medicine and Science in Sports and Exercise.

وتعتبر هذه المنظمة أكبر المنظمات العاملة فى مجال الطب الرياضى، وهى تضم كثيرا من الأطباء وعلماء التدريب من أمريكا الشمالية وأوروبا.

وقد أصدرت أيضاً الكلية الأمريكية للطب الرياضي عام ١٩٧١ «دائرة معارف لعلوم الرياضة والطب» Encyclopedia of Sports Science and Medicine.

وخلافاً لهذه الهيئات والمنظمات توجد كثير من الهيئات والمنظمات الأخرى الدولية والمهتمة بالطب الرياضي والتي تقوم بتنظيم المؤتمرات والندوات والمطبوعات العلمية الخاصة بالطب الرياضي.

وفي عام ١٩٥٤ قام الاتحاد الطبي الأمريكي the American Medical (A.M.A) Association بتكوين لجنة للإصابات الرياضية.

وفي عام ١٩٦١ أنشئت الأكاديمية الأمريكية لجراحة العظام الطب الرياضي.

الحاجة إلى الطب الرياضي في العصر الحديث

حدث تطور كبير في الطب الرياضي خلال السنوات القليلة الماضية، وهذا يرجع إلى عدة أسباب منها:

١- زيادة اشتراك المرأة في الأنشطة الرياضية

وقد ظهر ذلك واضحاً في اشتراك المرأة في سباقات المارثون في الدورة الأولمبية ١٩٨٤ بلوس أنجلوس، ولا شك أن ذلك يحتاج إلى مزيد من المعرفة العلمية والتطبيقية عن التأثيرات الفسيولوجية والتشريحية وغيرها على المرأة، وهنا يأتي دور الطب الرياضي لعلاج كثير من المشكلات المرتبطة بذلك.

٢- التوسع في رياضة الناشئين

حيث ازداد اشتراك الناشئين في المسابقات الرياضية وخاصة في الجمباز والسباحة وألعاب القوى وغيرها، وهذا بدوره يحتاج إلى الرعاية الطبية الخاصة.

٣- زيادة العبء الملقى على الرياضي

حيث تميز العصر الحديث بزيادة هائلة في حجم التدريب تصل في بعض الأحيان إلى تدريب اللاعب أكثر من ثلاث مرات في اليوم أحياناً، وهذا ألقى العبء على الجسم مما يتطلب الاهتمام بوسائل استعادة الاستشفاء ووقاية اللاعب من الإجهاد وتخليصه من التعب.

٤- ممارسة الرياضة من أجل الصحة العامة

لم يقتصر دور الرياضة في العصر الحديث على مجرد الاشتراك في المنافسات ولكن التطور التكنولوجي أدى إلى قلة حركة الإنسان وما تبع ذلك من مشكلات صحية كزيادة الوزن وأمراض القلب التاجية وتصلب الشرايين وارتفاع ضغط الدم وغيرها، وهذا أدى إلى أن يقوم الأفراد من مختلف الأعمار بممارسة الرياضة من أجل الحفاظ على الصحة والوقاية من الأمراض وخاصة مع تقدم العمر.

مفهوم الطب الرياضي وأهدافه وواجباته

اختلفت الآراء حول تحديد مفهوم الطب الرياضي، وحاول كل فريق أن ينسب الطب الرياضي له وحده دون التخصصات الأخرى، لكن مفهوم الطب الرياضي أكثر عمقاً واتساعاً من المفاهيم الضيقة التي حاول البعض أن يصبغه بها، فالطب الرياضي هو أساساً لخدمة الرياضة ولا يمكن أن ينفصل عنها فهي مادته وهي جذوره، وفي هذا المجال رأينا استعراض آراء رواد الطب الرياضي على مستوى العالم حول

مفهوم الطب الرياضي وأهدافه وواجباته، ولعل ذلك يكون فيه الحسم المطلوب حول هذه القضية.

رأي ديفيد لامب رئيس الكلية الأمريكية للطب الرياضي

تطور مفهوم الطب الرياضي Sports Medicine في الآونة الأخيرة ولم يعد دوره مقتصرا فقط على المفهوم القديم الذي يعتبر الطب الرياضي فرعا من الطب يهتم بالوقاية والعلاج للإصابات الرياضية.

أما المفهوم الحديث للطب الرياضي فقد أصبح مظلة كبيرة تسع كل ما هو يرتبط بالتدريب والأداء الرياضي سواء من الناحية الطبية أو الجوانب العلمية، وبهذه المفهوم فإن الطب الرياضي يضم -فسيولوجيا الرياضة - الكيمياء الحيوية للرياضة - علم النفس الرياضي - علم الاجتماع الرياضي - علم التشريح - الأنثروبولوجي - وغيرها بالإضافة إلى الجوانب الطبية.

وقد يعترض بعض الأطباء والمدربين حول هذا المفهوم لأنهم يعتقدون أن الطب الرياضي يجب أن يقتصر فقط على الجوانب الطبية التي تشمل الوقاية والعلاج للإصابات والمشكلات الطبية المرتبطة بالرياضة، كما يعترض أيضاً على هذا المفهوم بعض علماء العلوم الأخرى حيث يرون أن ذلك المفهوم المتسع للطب الرياضي يقلل من قيمة تخصصاتهم العلمية المستقلة، وبالرغم من هذه الاعتراضات فإن الكلية الأمريكية للطب الرياضي تستخدم هذا المفهوم المتسع للطب الرياضي، وذلك اعتقاداً بأن هذا المفهوم يعتبر أفضل طريقة لعلاج المشكلات المرتبطة بالتدريب الناتجة من كلا الجانبين الطبي والعلمي؛ ولهذا فإن كلية الطب الرياضي American College of Sports Medicine التي تعتبر أكبر وأكثر منظمات الطب الرياضي احتراماً تشمل اتحاد كل من الأطباء والمدربين ومتخصصي العلوم الأخرى ومدربي التربية البدنية.

وبناء على ذلك يعرف الطب الرياضي بأنه الجوانب العلمية والطبية للتدريب والرياضة، بمعنى أكثر تفصيلاً أنه دراسة الظواهر الفسيولوچية والكيميائية الحيوية والنفس اجتماعية - والباثولوچية المصاحبة للتدريب والرياضة والتطبيقات الطبية للمعلومات التي تم الحصول عليها خلال تنمية والحفاظ على الكفاءات الوظيفية أو الجهد البدني والتدريب والرياضة والوقاية وعلاج الإصابات الرياضية (Lamb 1984).

رأي د. سمود لاكا أستاذ طب التأهيل في جامعة ولاية نيويورك وأحد الأعضاء المؤسسين للكلية الأمريكية للطب الرياضي

يعرف الطب الرياضي بأنه:

دراسة التأثيرات الإيجابية والسلبية للتمرينات البدنية والتدريب والمنافسة على الجسم مع قيام الطب الرياضي بدوره في الوقاية والعلاج والتأهيل للرياضيين المصابين والمرضى وتوجيه التدريب الرياضي.

رأي د. ألن ريان رئيس تحرير مجلة الطبيب والطب الرياضي

يضيف إلى مفهوم الطب الرياضي عمليات تعديل الأنشطة الرياضية للمعاقين بدنيًا وعقليًا أو كذلك وضع مواصفات لتوجيه البرامج التدريبية

لتنمية اللياقة البدنية والمحافظة عليها لغير الأصحاء واستخدام التمرينات كوسيلة لتحسين حالة الأفراد، وبهذا يمكن تحديد مجالات الطب الرياضى فيما يلى:

١- الإعداد البدنى لتنمية القوة والسرعة والتحمل والمرونة والتوافق والقدرة.

٢- الوقاية من الأمراض والإصابات وتشمل التقويم اليومى والمحافظة على الصحة.

٣- علاج الإصابات.

٤- التأهيل بعد الإصابات، ويقوم بهذا الدور الطبيب وأخصائى العلاج الطبيعى والمدرب.

رأى د. أرنسب جوكل، وهو باحث وطبيب ومؤلف

قسم مجالات الطب الرياضى إلى:

١- العلاج الطبى.

٢- الفسيولوچى التطبيقى.

٣- الإصابات الرياضية.

٤- التأهيل.

أهداف الطب الرياضى

يهدف الطب الرياضى أساساً إلى مساعدة التربية البدنية والرياضة فى القيام بدورها كوسيلة لتحقيق الصحة والنمو المتكامل للإنسان وتحسين قدرات الإنسان لتحقيق أعلى مستوى للأداء البدنى.

واجبات الطب الرياضى:

١- تنظيم وتنفيذ الفحوص الطبية لجميع الأفراد الممارسين للتربية البدنية والرياضة.

٢- وضع الأسس الصحية لطرق ووسائل التربية البدنية والرياضة واستنباط طرق جديدة وتطوير طرق الفحص الطبى للرياضيين والتشخيص وعلاج الأمراض والإصابات الرياضية.

٣- توفير مستوى عال من التأثيرات الصحية لممارسة التربية البدنية والرياضة لجميع الممارسين من مختلف الأعمال وكلا الجنسين ومختلف المهن تبعاً لاختلاف حالاتهم الصحية.

٤- تحديد الظروف ذات التأثيرات السلبية على الصحة وكيفية تجنبها للاستفادة بالتأثيرات الإيجابية للرياضة.

ويتحقق ذلك من خلال المهام التالية:

١- الفحص الطبى للأفراد الممارسين للرياضة والتربية البدنية.

٢- العناية بصحة الرياضيين ذوى المستويات العالية.

٣- الاختبارات الفسيولوچية.

٤- الوقاية والعلاج.

٥- مراعاة الظروف الصحية فى أماكن ممارسة الأنشطة الرياضية سواء فى التدريب أو المنافسة.

٦- توفير الرعاية الطبية خلال المنافسات الرياضية.

٧- توفير الرعاية الطبية للأنشطة الرياضية الجماهيرية.

٨- علاج الإصابات الرياضية.

٩- الدراسات العلمية.

١٠- الاستشارات الطبية الرياضية.

١١- الرعاية الصحية للتربية البدنية للمواطنين.

مجالات الطب الرياضى

إذا ما نظرنا إلى لائحة الكلية الأمريكية للطب الرياضى (ACSM) يمكن ملاحظة أن هناك مجموعات مختلفة من الأفراد تعمل فى هذا المجال وعددهم يزيد عن ١٠,٠٠٠ فرد منهم ٣٥-٤٠٪ أطباء، ٣٥-٤٠ ٪ أخصائى فسيولوچيا الرياضة.

والنسبة الباقية تشمل أخصائى العلاج الطبيعى والمدربين وغيرهم من العاملين فى المهن الصحية الأخرى.

ويمكن أن يساهم فى حالات الطب الرياضى ما يلى:

١- الطبيب العام للعائلة (باعتباره الطبيب المتصل بالعائلة).

٢- أخصائى الباطنة.

٣- أخصائى الأطفال (خاصة بالنسبة للأطفال الناشئين).

هذا بالإضافة إلى حوالى ٢٢-٢٤ أخصائيا طبيا فى المجالات المختلفة منهم على سبيل المثال.

- جراحى العظام.
- أخصائى القلب.
- أخصائى الطب الطبيعى.
- أخصائى الأعصاب.
- أخصائى الولادة وأمراض النساء.
- أخصائى العيون.

ويحتاج اللاعب فى بعض الأحيان إلى إجراء فحوص طبية تشمل الدم والأشعة وغيرها؛ لذا يمكن أن يساهم:

- أخصائى الدم.
- أخصائى الأشعة.
- أخصائى النفس.

هذا بالإضافة أيضاً إلى بعض الأخصائيين مثل:

- أخصائى تقويم العظام.
- الاخصائى النفسى.
- أخصائى علم الاجتماع الرياضى.
- أخصائى التربية البدنية.

ويرجع تعدد هذه التخصصات إلى اتساع مجالات الطب الرياضى والتى حددها La cava بما يلى:

١- Sports Biotypology: ويختص بدراسة الخصائص الوراثية وأنماط الأجسام المطلوبة لكل نوع من الأنشطة الرياضية.

٢- Sports Physiopathology: ويختص بدراسة التكيف لدى الإنسان لأداء الجهد البدنى أثناء التدريب الرياضى.

٣- Sport - Medical Evaluation: لتحديد حالة إعداد الرياضى لأداء الجهد المطلوب.

٤- Sports Traumatology: وتختص بتقويم الاصابات الرياضية والوقاية منها.

جدول (٢)

مجالات الطب الرياضى كما حددها ماكلوى

م	المجال	الموضوع	وصف موجز
١	الفسيولوجى Physiology	فسيولوچيا التدريب	وظائف الجسم تحت تأثير جرعة التدريب الواحدة.
٢	التشريح Anatomy	التشريح التطبيقى وعلم الحركة	دراسة الحالات الحركية فى الرياضة بمعنى دراسة الجسم فى الحركة.
٣	الصحة Hygiene	الصحة الشخصية	المواضيع المرتبطة بالصحة وبرامجها- تأثير التغذية - التدخين على الأداء الإنسانى.
٤	الباثولوجى Pathology	الباثولوجى الرياضى Sports Pathology	باثولوجية الإصابات الرياضية وعدم القدرة على الاشتراك فى الأنشطة الرياضية المختلفة.
٥	سريرى Clinical	الطب العلاجى الرياضى Clinical Sports Medicine	طرق الفحص الصحى والتشخيص واقتراح العلاج والتأهيل.
٦	الأنثروبولوجى Anthropology	أنثروبولوجيا الجسم Physical Anthropology	تصنيف أنماط الأجسام المختلفة للرياضيين.
٧	التأهيل Rehabilitation	التأهيل البدنى Physical Rehabilitation	التمرينات العلاجية للتأهيل فى الإصابات الرياضية.
٨	الجراحة Surgery	جراحة العظام والتقويم	استخدام الجراحة فى علاج الإصابات الرياضية.
٩	علم النفس Psychology	علم النفس الرياضى Sports Psychology	مبادئ تعلم المهارات الحركية - تأثيرات الشخصية وسماتها - الانتقاء الرياضى.
١٠	التمرينات Exercise	التمرينات العلاجية Therepeutic Ex.	تنمية القدرة - السرعة والمرونة والتحمل بعد الإصابات الرياضية.
١١	الفروق بين الجنسين	السيدات والشباب فى الرياضة	تأثيرات الفروق الجنسية فى بعض الأنشطة الرياضية والتنافسية للمرأة.
١٢	التدريب Training	الإعداد الرياضى	مبادئ الإعداد الرياضى العام.
١٣	التربية Education	التعلم الحركة - طرق التدريس	طرق التدريس - طريق الإيضاح أفضل وسائل تطوير المهارة.
١٤	المدرب Trainer	المدرب الرياضى	مسئولية المدرب وعلاقته باللاعب.
١٥	القياسات Measurement	الاختبارات والمقاييس الرياضية	قياسات الكفاءة البدنية ومستوى الأداء الرياضى .
١٦	البحث Research	البحث فى مجال العلاج والفسيولوجى	الدراسات العلمية فى مجال التدريب والإعداد والإصابات.
١٧	متنوعات	موضوعات عامة متنوعة	مراجع الطب الرياضى - محاضرات مطبوعات.

٥- Hygiene of Sports : ويختص باستخدام الرياضة كوسيلة للوقاية والعلاج من الأمراض.

ويرى سمولاكا أن مجالات الطب الرياضي تشمل:

- بيولوچي.
- تأهيل.
- تشريح.
- إسعافات أولية.
- أنثروبيولوچي.
- تدليك.
- ميكانيكية حيوية.
- علم نفس.
- فسيولوچي.

متطلبات تطوير مناهج مادة الفسيولوچي لكليات التربية البدنية

احتياجات المجتمع العربي الحديث

ارتباطا بما تحقق من، إنجازات في مجال الدراسات الفسيولوچية وأهمية تقديم المعلومات المرتبطة باللياقة البدنية بهدف الصحة أو بهدف الأداء فقد تطورت المناهج الدراسية لطلاب كليات التربية البدنية خلال نهاية القرن العشرين في الدول المتقدمة وعلى سبيل المثال الولايات المتحدة الأمريكية لتقديم المعلومات الأساسية المطلوبة للتعامل مع مجالات العمل الجديدة بالمجتمع وأضيفت سنة دراسية تمهيدية لطلاب كليات التربية الرياضية تشمل دراسة مقررات دراسية في حساب التفاضل والتكامل والكيمياء العضوية والحيوية والفيزياء.

والتشريح والفسيولوچي والتغذية، وأصبح الفارق قليلا بين المتطلبات الدراسية لطلاب كليات التربية البدنية وطلاب كليات الطب خلال العامين الأولين من الدراسة.

قبل البدء في وضع أو اقتراح المناهج الجديدة رأينا أن نستعرض في البداية ظروف المجتمع الذى نحن بصدد العمل لخدمته وتحقيق أهدافه حتى لا نحلق في آفاق مثالية تبعد بنا عن أرض الواقع أو نغوص فيما هو تحت سطح الطموحات وهنا ننفصل عن مجتمعنا الذى يرى في لحظة ما أنه لا حاجة له بنا فيلفظنا أو يباعد بيننا وبينه، وتعتبر الصحة هي أغلى ما ينشده الإنسان في حياته وهي هدف المجتمعات الأول، وأصبحت صحة الإنسان هي الشاغل الأكثر أهمية. وأصبحت المهن المرتبطة بصحة الإنسان هي المهن التي تحظى باحترام المجتمع وتقديره، ومن هذا المنطلق فإن التربية البدنية والرياضة تواجه تحديا جديدا يفرض نفسه، وهذا التحدى يتطلب أن تقوم كليات التربية البدنية بسرعة تلبية الاحتياجات التي تفرض نفسها معتمدة على عمليات التطوير العلمي والمهني، وتتطلب خريجين وخريجات على درجة عالية من السهم والتطور ومؤهلين للتعامل مع المجتمع الحديث ومتطلباته الأساسية والتي تأتي في مقدمتها الاهتمام بصحة المواطن بالدرجة الأولى. وحتى نحدد معالم الطريق فإننا نعمل في اتجاهين أساسين هما:

١-الوقاية Preventition.

٢- التأهيل Rehabilitation.

إن مناهج كليات التربية البدنية يجب أن تتطور لتناسب احتياجات العصر ومتطلبات المجتمع العربي الحديث وارتباطا بالتغيرات التي طرأت على العالم وما حققه التطور التكنولوجي من توفير كافة متطلبات الإنسان بأقل جهد بدني

ممكن وفى أسرع وقت، أدى ذلك على الجانب الآخر إلى تأثيرات سلبية كان ضحيتها صحة الإنسان نتيجة قلة الحركة انتشرت نسبة الوفيات الناتجة عن أمراض قلة الحركة مثل أمراض القلب والأوعية الدموية والسكر والسمنة والتوتر العصبى وغيرها، وأصبح المواطن العادى الذى تعرض للإصابة بمثل هذه الأمراض يحاول المقاومة عن طريق ممارسته للرياضة سواء كان ذلك للوقاية أو للعلاج، وسواء كان ذلك تحت الأشراف أو بشكل تلقائى. وانتشرت الأندية الصحية فى معظم الأحياء وأصبح الناس فى حاجة ماسة لمدرس التربية البدنية الذى يستطيع الارتفاع بنسبة الممارسين للرياضة باعتبارها وسيلة أساسية للصحة والرشاقة والقوة، ويستطيع هذا المدرس أن يجذب المزيد من التلاميذ للممارسة الرياضية، وكذلك الأخصائى الرياضى الذى يعمل داخل المؤسسات الاقتصادية، ويستطيع أن يساهم فى دفع عجلة الإنتاج بما يقدمه من برامج اللياقة البدنية بهدف التنشيط والتغلب على التعب خلال فترات العمل بالإضافة إلى برامج الوقاية من أمراض قلة الحركة مثل أمراض القلب والأوعية الدموية والسمنة وأمراض الجهاز التنفسى والضغوط العصبية والسكر وغيرها وأصبح المجتمع يتطلب الأخصائى الرياضى الذى يستطيع إجراء القياسات والاختبارات الفسيولوچية المختلفة لتقويم الحالة البدنية والفسيولوچية والصحية للرياضى أو الفرد العادى وباستخدام الأجهزة العلمية الحديثة، كما برزت حاجة المجتمع للأخصائيين الرياضيين المتخصصين فى وضع وتصميم وتنفيذ برامج اللياقة البدنية سواء لعامة الأفراد من أجل الصحة أو للرياضيين فى مجال البطولة وفقا لتخصصاتهم المختلفة ويتطلب الأمر أيضا قدرا من المتخصصين فى إدارة البرامج الرياضية الصحية مثل إدارة الأندية الصحية وغيرها لتحقيق أهداف التربية البدنية لعام ٢٠٠٠ وما بعده.

لا شك أن هذه التغيرات والظروف هى التى تفرض بطبيعتها نوعية الخريجين الذين يحتاج إليهم المجتمع ولذلك من الأهمية بمكان أن نضع الأهداف الصحية للمجتمعات الحديثة نصب أعيننا حتى يمكننا أن نحدد بدقة وموضوعية معالم الطريق.

التخصصات العلمية الحديثة:

يتطلب تحقيق هذه الأهداف الصحية إعداد مجموعة من الأخصائيين المؤهلين فى المجالات التالية:

فنى الاختبارات Exercise Test Technologist

يمكن أن نطلق على هذا التخصص أخصائى الاختبارات وتتلخص مسئوليته فى تنفيذ الاختبارات البدنية والفسيولوچية بدقة وكفاءة وأمان، ويعمل مع الأصحاء والرياضيين والمرضى تحت الإشراف الطبى.

الاختصاصات

١- إجادة مهارات تقنين وتنفيذ وتسجيل نتائج الاختبار التى تنفذ على الأجهزة المختلفة مثل الأرجوميتر والتريدميل وغيرها بالإضافة إلى إمكانية تسجيل رسم القلب الكهربائى وقياس ضغط الدم.

٢- إجادة إجراء قياسات الجهاز التنفسى مثل السعة الحيوية ومعدل التنفس وغيرها.

٣-إمكانية صياغة النتائج وإعدادها للاطلاع عن طريق الطبيب أو مدير البرامج أو المدرب.

مجالات العمل

١- التأهيل البدنى ومعاونة الأطباء فى الحالات المرضية.

٢- الأندية الصحية.

٣- الأندية الرياضية ومراكز البحوث العلمية.

أخصائى اللياقة للصحة

Health Fitness Instructor

يقوم هذا النوع من الأخصائيين بتنفيذ برامج اللياقة البدنية، ولكن هناك نوعين من العمل حيث يختص النوع الأول بتنفيذ برامج اللياقة بهدف الوقاية Preventive ويعمل مع الأصحاء الذين يمارسون الرياضة من أجل الصحة والوقاية من الأمراض والنوع الثانى يختص بتنفيذ برامج اللياقة بهدف التأهيل Rehabilitative ويعمل مع المرضى تحت الإشراف الطبى.

أخصائى التدريب Exercise Specialist

هذا النوع من الإخصائيين يعمل تحت إشراف أخصائى اللياقة للصحة أو مدير البرامج، وهو يتميز بقدر من التخصص فى إحدى الأنشطة مثل التمرينات الهوائية أو التمرينات المائية أو التمرينات بالأثقال وغيرها ويعمل فى مجال الوقاية والتأهيل.

مدير اللياقة للصحة

Health Fitness Director

يعتبر مدير اللياقة للصحة أعلى مستوى تخصصى فى المجال الوقائى الصحى ويمكنه الإشراف على إدارة العمل، ويجب أن يكون على درجة عالية فى الإدارة ولديه خبرة طويلة ومتنوعة من خلال العمل في المجالات المختلفة.

مدير برامج التدريب

Exercise program Director

يتميز هذا النوع من الإخصائيين بخبرة عالية فى مجال الرياضة من أجل الصحة للوقاية أو التأهيل، ويمكنه وضع البرامج التدريبية المختلفة لمختلف الحالات سواء المرضية أو الصحية ولديه خبرة بالاختبارات وتصميم برامج التدريب.

أهداف التربية البدنية لعام ٢٠٠٠ وما بعده

تطورت أهداف التربية البدنية الصحية لسنة ٢٠٠٠ لتشمل جوانب اللياقة البدنية بهدف الصحة وتشمل ما يلى:

١- زيادة عدد الأفراد الذين يشاركون فى كل من التدريبات منخفضة ومعتدلة الشدة.

٢- زيادة عدد الأفراد الذين يشاركون فى أنشطة القوة العضلية والتحمل والمرونة.

٣- زيادة المعلومات عن دور التدريب فى الصحة واللياقة البدنية.

٤- زيادة التربية البدنية فى المدارس وبرامج اللياقة البدنية فى العمل

٥- زيادة إمكانات التدريب والبرامج.

ولم يقتصر تحديد تلك الأهداف على مجرد زيادة الأعداد بشكل مطلق، ولكن من خلال الدراسات المسحية أمكن تحديد الأرقام الفعلية والمطالبة بزيادتها بنسب مئوية معينة وفقا لمعايير موضوعية ومتابعة دقيقة.

ملخص

* الفسيولوچى Physiology أو علم وظائف الأعضاء يعتبر علما متكاملا يهتم بدراسة وظائف الجسم على مختلف المستويات بداية من الجزىء والخلايا وحتى مستوى الأعضاء والأجهزة إلى مستوى الجسم ككل.

* فسيولوچيا التدريب Exercise Physiology هو دراسة كيف يؤدى التدريب الرياضى إلى حدوث تغيرات بنائية ووظيفية فى الجسم البشرى وكيفية تغير وظائف وتركيبات الجسم تحت تأثير التدريب لمرة واحدة أو الاستمرار فى التدريب لمرات عديدة. ويطلق على التغيرات الناتجة عن أداء التدريب لمرة واحدة مصطلح الاستجابات Responses، بينما يطلق على التغيرات الناتجة عن أداء التدريب لعدة مرات التكييفات Adaptations.

* فسيولوچيا الرياضة Sport Physiology هو فرع من فسيولوچيا التدريب يهتم بالتطبيقات العملية للمعلومات التى يمكن الحصول عليها من فسيولوچيا التدريب بهدف تدريب الرياضى وتطوير الأداء.

* التغذية الرياضية Sport Nutrition تعتبر التغذية الرياضية فرعا من فسيولوچيا الرياضة، وأصبح للتغذية دور هام فى مراحل التدريب والمنافسة المختلفة، وفى سرعة الاستشفاء بعد التدريب، ومراعاة الظروف الجوية، وتختلف تغذية الرياضى تبعا لمراحل السن المختلفة، تختلف تغذية الرياضيين تبعا لاختلاف الجنس، والحفاظ على وزن الجسم المطلوب كما فى بعض الأنشطة.

* البيولوچيا الجزيئية Molecular Biology وهى دراسة التركيبات الجزيئية والعوامل التى وراء العمليات البيولوچية، ولم تعد فسيولوچيا الرياضة والتدريب تقتصر على مجرد دراسة التغيرات الفسيولوچية على مستوى الأجهزة الحيوية فقط بل تطورت طبيعة الدراسات الحديثة حتى وصلت إلى مستوى دراسة تلك التغيرات على مستوى الخلية وما هو داخل الخلية من ألياف عضلية وميتوكوندريا وإنزيمات وغيرها، وجاء ذلك تطورا طبيعيا ملازما لسرعة تطور الاكتشافات العلمية فى مجال بيولوجيا الجزىء.

* العلاقة بين اللياقة البدنية وفسيولوچيا التدريب أنه إذا ما كانت اللياقة البدنية تهدف إلى إعداد الجسم لأداء الأنشطة البدنية بكفاءة سواء أنشطة ترويحية أو علاجية كانت وقائية أو تأهيلية أو تنافسية فإن الإعداد السليم لذلك يتطلب أن يتم بناء على الأسس والمعلومات الفسيولوچية عن استجابات الجسم لأداء النشاط البدنى مرة واحدة أو تكرار جرعات التدريب لحدوث التكيف الفسيولوچى.

* اللياقة البدنية بهدف الصحة Physical Fitness Related to Health تعنى ممارسة النشاط البدنى بهدف الوقاية والتأهيل، فالنشاط البدنى المنتظم يعمل على الوقاية من السمنة والمحافظة على صحة القوام والوقاية من أمراض القلب والأوعية الدموية والسكر وآلام المفاصل وخاصة مفاصل الرقبة وأسفل الظهر وغيرها.

* اللياقة البدنية بهدف تحسين الأداء الرياضى التنافسى Physical Fitness Related to Performance تهتم برفع مستوى الصفات البدنية التى يتطلبها تحقيق أعلى مستوى ممكن من النشاط الرياضى التخصصى.

* بدأ التركيز على فسيولوچيا التدريب فى الحضارات القديمة الإغريقية والمصرية القديمة وأسيا الصغرى والبابليين والعرب، وقد وضع جالن قانون الصحة الذى يتكون من سبعة بنود.

* تعتبر فسيولوچيا الرياضة من أهم التطبيقات العلمية التى ساعدت على تحقيق تلك الوثبة الكبيرة فى الإنجازات الرياضية، حيث أفادت فى تنفيذ برامج التدريب والمنافسات مع الوقاية الصحية لصحة وحياة الرياضى تجنبا لأى تأثيرات سلبية، كما أمكن توصيف البرامج الغذائية تبعا لارتباطها بمتطلبات الأداء الرياضى، وساعدت الاختبارات الفسيولوچية فى تقويم الحالة الفسيولوچية والبدنية للرياضى مما يساعد على تقنين الأحمال التدريبية بما يتلاءم مع مستوى الرياضى .

* تستخدم بعض المؤشرات الفسيولوچية لتقنين الأحمال التدريبية مثل معدل القلب بعد الأداء مباشرة للتعرف على تأثير حمل التدريب ودرجة شدته ومدى استجابة الجسم لدرجة شدة الأداء المستخدمة كذلك تتحدد فترات الراحة تبعا للفترة الزمنية التى يتم خلالها عودة معدل القلب إلى الحالة الأقرب للعادية، كما تستخدم بعض الطرق المعملية الأخرى مثل تحديد نسبة تركيز حامض اللاكتيك فى الدم بعد أداء الأحمال المختلفة للتعرف على كفاءة الجسم فى التكيف مع عمليات التمثيل الغذائى لإنتاج الطاقة اللاهوائية.

* تأتى فى مقدمة متطلبات المجتمع الحديث الاهتمام بصحة المواطن بالدرجة الأولى وحتى نحدد معالم الطريق فإننا نعمل فى مجال التربية الرياضية فى اتجاهين أساسين هما:

١-الوقاية Preventition.

٢- التأهيل Rehabilitation.

أهداف التربية البدنية لعام ٢٠٠٠ وما بعده:

تطورت أهداف التربية البدنية الصحية لسنة ٢٠٠٠ لتشمل جوانب اللياقة البدنية بهدف الصحة وتشمل ما يلى:

* زيادة عدد الأفراد الذين يشاركون فى كل من التدريبات منخفضة ومعتدلة الشدة.

* زيادة عدد الأفراد الذين يشاركون فى أنشطة القوة العضلية والتحمل والمرونة.

* زيادة المعلومات عن دور التدريب فى الصحة واللياقة البدنية.

* زيادة التربية البدنية فى المدارس وبرامج اللياقة البدنية فى العمل.

* يتطلب تحقيق هذه الأهداف الصحية إعداد مجموعة من الأخصائيين المؤهلين فى المجالات التالية:

* فنى الاختبارات Exercise Test Technologist

* أخصائى اللياقة للصحة Health Fitness Instructor.

* أخصائى التدريب Exercise Specialist
* مدير اللياقة للصحة Health Fitness Director
* مدير برامج التدريب Exercise program Director
* يرجع تاريخ الفسيولوچى إلى آلاف السنين حيث اهتم الإنسان بدراسة كيف يعمل الجسم، وتشير إلى ذلك آثار ما كتبه الأطباء فى الحضارات المصرية والهندية والصينية القديمة عن وصف طرق علاج مختلف الأمراض والمحافظة على الصحة.
* يمكن اعتبار ظهور كتاب أندريس فيسليوسن سنة ١٥٤٣ Andreas Veslius بداية لاستقلال علم الفسيولوچى عن علم التشريح ظل علم الفسيولوچى مرتبطا بعلم التشريح حتى القرن السادس عشر.
* نشر أول كتاب فى فسيولوچياالتدريب والرياضة سنة ١٨٨٩ بعنوانPhysiology of Bodily Exercise قام بتأليفه Fernand La Grange وشمل الكتاب موضوعات مثل العمل العضلى، والتعب، وتعود العمل، ودور المخ فى التدريب.
* حصل بعض العلماء على جائزة نوبل نتيجة لمساهمتهم فى اكتشافات هامة فى مجال التدريب العضلى ساعدت على تقدم فسيولوچيا التدريب والرياضة.
* يعتبر إنشاء معمل هارفرد نقطة مضيئة فى تاريخ فسيولوچيا التدريب بالولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٢٧
* لا يمكن إغفال الدور الذى قام به الكثير من علماء الدول الإسكندنافية لتطوير فسيولوچيا التدريب و الرياضة والتدريب.
* المفهوم الحديث للطب الرياضى أنه مظلة كبيرة تسع كل ما هو يرتبط بالتدريب والأداء الرياضى سواء من الناحية الطبية أو الجوانب العلمية، وبهذا المفهوم فإن الطب الرياضى يضم - فسيولوچيا الرياضة ـ الكيمياء الحيوية للرياضة ـ علم النفس الرياضى ـ علم الاجتماع الرياضى ـ علم التشريح ـ الأنثروبولوچى ـ وغيرها بالإضافة إلى الجوانب الطبية.
* واجبات العلم:
- التفسير Explanation للسلوكيات أو الموضوعات.
- الفهم Under standing.
- التنبؤ Prediction بما سوف يحدث والنتائج.
- الضبط Control.
* وتتم عملية الفهم وفقا لمستويات الفهم الثلاثة التالية:
- البحث عن الحقائق Finding Facts.
- اكتشاف القوانين Developing Laws.
- إقامة النظريات Establishing Theories.
- هناك نوعان من الدراسات الفسيولوچية وهما:
- تصميم البحث المقطعى Cross - Sectional Research Design.
- تصميم البحث الطولى Research Design Longitudinal

المتغيرالمستقل Independent Variable

* هو العامل الذى يرغب الباحث فى دراسة تأثيره على عوامل أخرى مثل دراسة تأثير طريقة تدريب معينة على تحسن مستوى الأداء الرياضى.

المتغير التابع Dependent Variable

* وهو المتغير الذى يهدف الباحث إلى التعرف على مدى تأثره بالمتغير المستقل وفى مثالنا يصبح المتغير المستقل هو طريقة التدريب المقترحة والمتغير التابع هو مستوى الأداء الرياضى.

* عوامل أخرى مختلفة يسعى الباحث لضبطها والتحكم فيها حتى لا تؤثر فى المتغير التابع أو نتائج تجربة بحثه وتشمل ثلاثة أنواع هى: العوامل التى تنشأ من المجتمع الأصلى لعينة البحث - عوامل التجريب - عوامل المؤثرات الخارجية.

• التجارب الفسيولوجية:

* تجرى التجارب الفسيولوچية فى معظمها على حيوانات التجارب لسهولة الضبط التجريب الذى يصعب تحقيقه فى التجارب التى تجرى على الإنسان.

أسئلة للمراجعة

١- ما هو علم الفسيولوجى العام وما علاقته بعلم فسيولوچيا التدريب والرياضة ؟

٢- ما هو علم فسيولوچيا التدريب وما هى أهم التغيرات الفسيولوچية التى يهتم بدراستها ؟

٣- ما هو علم فسيولوچيا الرياضة وما هى علاقته بعلم فسيولوچيا التدريب ؟

٤- وضح مثالا عمليا للمقارنة بين موضوعات الدراسة فى علم فسيولوچيا التدريب و علم فسيولوچيا الرياضة ؟

٥- ما هى التغذية الرياضية وما هى علاقتها بعلم فسيولوچيا التدريب والرياضة ؟

٦- ما هو علم البيولوجيا الجزيئية وعلاقته بعلم فسيولوچيا التدريب والرياضة ؟

٧- عرف اللياقة البدنية وعلاقتها بعلم فسيولوچيا التدريب والرياضة ؟

٨- ما هى اللياقة البدنية بهدف الصحة وما هى أهم موضوعاتها ؟

٩- ما هى اللياقة البدنية بهدف تحسين الأداء الرياضى التنافسى وما هى أهم موضوعاتها؟

١٠- كيف كان تأثير فسيولوچيا الرياضة على تطور طرق التدريب ؟

١١- ما هى احتياجات المجتمع الحديث من التربية الرياضية ؟

١٢- ما هى المبادئ الفسيولوچية الأساسية للتدريب الرياضى؟

١٣- ما هى اتجاهات التربية البدنية فى المجتمع الحديث؟ وما هى الأهداف التى يمكن أن تحققها فى هذه الاتجاهات ؟

١٤- ما هو دور خريج التربية البدنية؟ وما هى التخصصات الجديدة التى يمكن أن يقوم بها الخريج لتحقيق الأهداف الجديدة ؟

١٥- ما هى اهم اتجاهات الدراسات العلمية فى فسيولوچيا الرياضة خلال المراحل المختلفة؟

١٦- ما هى العوامل التى يجب أن يضبطها الباحث للتوافر فى تجربته الشروط العلمية ؟

١٧- ما هو تعريف الطب الرياضى وما هى أهدافه وواجباته ؟

١٨- ما هى مجالات الطب الرياضى؟

المفردات GLOSSARY

التكيفات **Adaptations**

* التغيرات الناتجة عن أداء التدريب لعدة مرات.

فسيولوجيا التدريب **Exercise Physiology**

* هو دراسة كيف يؤدى التدريب الرياضى إلى حدوث تغيرات بنائية ووظيفية فى الجسم البشرى وكيفية تغير وظائف وتركيبات الجسم تحت تأثير التدريب لمرة واحدة أو الاستمرار فى التدريب لمرات عديدة.

البيولوجيا الجزئية **Molecular Biology**

* دراسة التركيبات الجزيئية والعوامل التى وراء العمليات البيولوجية على مستوى الخلية وما هو داخل الخلية.

اللياقة البدنية بهدف الصحة

Physical Fitness Related to Health

* ممارسة النشاط البدنى بهدف الوقاية والتأهيل الصحى

الفسيولوجى Physiology أو علم وظائف الأعضاء

* يعتبر علما متكاملا يهتم بدراسة وظائف الجسم على مختلف المستويات بداية من الجزىء والخلايا وحتى مستوى الأعضاء والأجهزة إلى مستوى الجسم ككل.

اللياقة البدنية بهدف تحسين الأداء الرياضى التنافسى

Physical Fitness Related to Performance

* رفع مستوى الصفات البدنية التى يتطلبها تحقيق أعلى مستوى ممكن من النشاط الرياضى التخصصى.

اللياقة البدنية **Physical Fitness**

* اللياقة البدنية تعنى سعة الفرد لمواجهة تحديات الحياة البدنية الحالية والطارئة بنجاح

الاستجابات **Responses**

* التغيرات الفسيولوجية الناتجة عن أداء التدريب لمرة واحدة.

فسيولوجيا الرياضة **Sport Physiology**

* هو فرع من فسيولوجيا التدريب يهتم بالتطبيقات العملية للمعلومات التى يمكن الحصول عليها من فسيولوجيا التدريب بهدف تدريب الرياضى وتطوير الأداء.

التغذية الرياضية **Sport Nutrition**

* تعتبر التغذية الرياضية فرعا من فسيولوجيا الرياضة والتى نمت وتطورت بسرعة كبيرة أصبح للتغذية دور هام فى مراحل التدريب والمنافسة المختلفة.

الفصل الثانى

الأسس الكيميائية والفيزيائية لتركيب الجسم

- الأسس الكيميائية والفيزيائية
- التركيز الحمضى - القلوى ومقياس pH
- الإنزيمات Enzymes
- مستويات تركيب الجسم
- التحكم فى بيئة الجسم الداخلية

يهدف هذا الفصل إلى:

١ – التعرف على الأسس الكيميائية والفيزيائية لتركيب الجسم.

٢– فهم بعض المصطلحات الكيميائية والفيزيائية التى تقابل القارئ عند تناوله للمعلومات الفسيولوچية المختلفة.

٣– التعرف على الفرق بين عمليات الأكسدة والاختزال.

٤ – التعرف على دور تغيرات مقياس التوازن الحمضى القلوى وتغيراته تحت تأثير النشاط البدنى.

٥– التعرف على دور المنظمات الحيوية فى مواجهة تغيرات التوازن الحمضى القلوى تحت تأثير النشاط البدنى.

٦– التعرف على دور الإنزيمات خلال التفاعلات الكيميائية أثناء النشاط البدنى.

٧– التعرف على تركيب الجسم بداية من الخلية ومكوناتها المختلفة والأنسجة والأعضاء والأجهزة.

٨– التعرف على كيفية تحكم الجسم للحفاظ على ثبات البيئة الداخلية وعمليات التغذية الراجعة السالبة.

الأسس الكيميائية والفيزيائية لتركيب الجسم

الكيميـاء هو علم دراسة بناء وتركيب المادة والتى تعـتبـر الأسـاس فى بناء الجسم البشـرى وتكون فى شكل مـصـمتـات وسوائل وغـازات ويعتبـر فهم الأسس الكيميائيـة من أهم المقومات الأساسية لفهم كثيـر من العمليات الفسيولوجية، فلا يمكن أن يكون الفهم لعـمليات تشكيل الطاقة فى الجـسم كـامـلا دون فـهـم هذه الأسس الكيمـيائية، وسـوف نتعرض هنا لبـعض المفاهيم التى كـثيـرا مـا تقابـلنا عند قراءتـنا لموضوعـات فسيولوچيا التدريب والرياضة والتى لا غنى عنها.

المادة Matter

تعـرف المادة بأنـهـا تتـركب من ذرات أو جزيئات أو خلـيط من كليهما، وهى تحـتل فراغا ولها كتلة، وتعتبر جـميع المواد البيولوچية بالجسم مادة ولكل منها كتلتها.

الكتلة Mass

هى شىء تدركه الحـواس ويمكن أن يقاس عن طريق مقدار القصور الذاتى Inertia (مقاومة الجسم لتغييـر حالته من السكون الى الحركة ومن الحـركـة إلى السكون) أو مـقـاومـة هذا الجـسم للتسـارع وتظل الكتلة ثابتة سواء غـمرت فى الماء أو وضـعـت فى مكان حـيث لا تتأثـر بالجاذبيـة الأرضيـة، وكلما زاد حـجم الكتلة زاد قـصورها الذاتى وقل تغير وضعها عند تعرضها لجهد يعمل على محاولة تغيير وضعها.

الوزن Weight

يرتبط الوزن عـادة بالـكتلة غـيـر أنه ليس مشابهـا لها، فوزن أى شىء هو عبـارة عن كتلة هذا الشىء ومقدار قوة الجـاذبية الأرضية التى تقع عليه، ويتغير الوزن تبعـا لتغير المجال المغناطيسى بينما لا تتغير الكتلة.

الكثافة Density

وهى العـلاقة بين الكتلة والحـجم وعبرت عـنها المعادلة التالية:

الكثافـة = الكتلة ÷ الحجم وتـقاس بالوزن منسوبا إلى الحجم مثل (جرام لكل سم مكعب).

الذرة Atoms

تتكون جميع العناصر من جسيمات صغيرة تسمى الذرات، وتعـتبـر الذرة أصغر جـسيم فى المادة، وهى تتكون من ثلاثة جـسيمـات صغـيرة وهى البروتونات Protons والنترونات Neutrons والإلكترونات Electrons، ويمكن التـمييـز بين الجـسيمـات الثـلاثة عن طريق الاخـتـلاف فى الشحنات الكهربائية والكتلة.

الاختلاف فى الشحنات الكهربائية:

- البروتونات Protons لها شـحنة موجـبة (تكتب +).
- الإلكترونات Electrons لها شحنة سالبة (تكتب −).

* النتـرونات Neutrons ليس لهـا شـحنة وشحنتها تساوى صفرا وهى محايدة.

وتحتـوى الذرة عادة على عـدد متساو من البـروتونات والإلكترونـات؛ ولذلك فهى دائمـا محايدة الشحنة، فمثلا:

* ذرة الهـدروچين: تتـكون من ١ بروتون + ١ إلكترون.

* ذرة الأكسجين: تتكون من ٨ بروتونات + ٨ إلكترونات.

* ذرة الكالسيوم: تتكون من ٢٠ بروتونا + ٢٠ إلكترونا.

الاختلاف فى الكتلة:

تتساوى تقريبا فى العدد كتلة البروتونات Protons والنترونات Neutrons، بينما تقل كتلة الإلكترونات Electrons عنهما كثيرا لدرجة أن عدد ١٨٣٦ من الإلكترونات يساوى نيترونا واحد.

تنتظم مكونات الذرة بحيث تتجمع البروتونات والنترونات لتشكل جسما يسمى النواة Nucleus، ويشكل الحجم حول النواة حجم الذرة الكلى وتشغله الإلكترونات ذات الأوزان الخفيفة سالبة الشحنة. ولتخيل نسبة حجم النواة إلى جسم الذرة فإن النواة تشبه تفاحة كبيرة توجد وسط ملعب كرة قدم.

العناصر Elements

العنصر هو ذرات تكتسب أو تفقد بروتونات، ويتكون العنصر من اتحاد الذرات معا، ويوجد فى الطبيعة حوالى ١٠٠ عنصر، ويدخل ضمن الأجهزة البيولوجية ربع هذه العناصر فقط، وما هو ضرورى منها للحياة يسمى العناصر الضرورية Essential Elements ويوجد بجسم الإنسان ١١ منها بكميات كبيرة مثل الكربون والهدروچين والأكسچين والنتروچين، وترجع أهميتها إلى كونها تدخل فى تركيب الجزيئات البيولوچية، وتسمى العناصر الضرورية التى توجد بتركيز منخفض جدا فى الأنسجة الحية بالعناصر الضرورية الدقيقة Trace Elements وجميعها لها أهميتها لوظائف الخلية، ولا تظهر الحاجة إليها إلا فى حالة غيابها أو نقصها فى الغذاء، ومثال لذلك ما اتضح أخيرا عن أهمية الكوروميوم Chromium عند نقصه مما يتسبب فى حدوث مرض السكر لدى بعض الأفراد، ويتكون الجسم من مجموعة من العناصر تشكل العناصر الضرورية منها حوالى ٩٦ ٪ والجزء الباقى من الأملاح المعدنية الدقيقة بنسب ضئيلة (الكالسيوم ١,٥٪ - الفسفور ١٪ - البوتاسيوم ٠,٤ ٪ - الكبريت ٠,٣ ٪ - الصوديوم والكلورين ٠,٢٪).

العدد الذرى Atomic Number

تختلف الذرات المكونة لكل عنصر تبعا لاختلاف عدد البروتونات فى النواة، ومثال لذلك أن أخف عنصر هو الهدروچين وله بروتون واحد فى النواة، بينما أثقل عنصر وهو الميتنيريوم Meitnerium حيث تحتوى النواة على ١٠٩ بروتونات.

الكتلة الذرية Atomic Mass

وتحسب بجمع كتلة البروتونات والنترونات فى الذرة الواحدة مثال ذرة الكربون الواحدة بها ٦ بروتونات + ٦ نترونات = ١٢ .amu كتلة ذرية.

النظائر Isotopes

النظائر هى عبارة عن ذرات تفقد أو تكتسب نترونات، وهى عبارة عن عناصر تتكون من ذرات ذات أعداد مختلفة للنترونات بالنواة، ولها نشاط إشعاعى لأنها تصدر طاقة إشعاع

تسمى Radiation وتستخدم فى المجال الطبى فى عمليات التشخيص والعلاج.

الأيونات Ions

عندما تكتسب أو تفقد الذرة أو الجزىء واحدا أو أكثر من الإلكترونات يطلق عليها الأيون Ion وتوجد أيونات موجبة الشحنة وأخرى سالبة الشحنة، فإذا اكتسبت الذرة إلكترونات تأخذ شحنة سالبة وتسمى Anions حيث يزيد عدد الألكترونات السالبة عن عدد البروتونات الموجبة مثال أيون الكلوريد (-Cl)، وعلى العكس إذا افتقدت إلكترونات تأخذ شحنة موجبة وتسمى Cations حيث ينقص عدد الأيونات السالبة وبذلك يزيد عدد الأيونات الموجبة وهى البروتونات مثل أيون الصوديوم (+Na) ويحدد الرقم الذى يكتب على يمين الرمز عدد الإلكترونات المكتسبة (-) أو المفقودة (+).

جدول (٣)

الأيونات الموجبة والسالبة الشحنة

الأيونات الموجبة Cations	الأيونات السالبة Anions
الصوديوم	الكلورين
البوتاسيوم	البيكربونات
الكالسيوم	الفوسفات
الهدروچين	الكبريت
المغنيسيوم	

الجزيئات والروابط Molecules and Bonds

يعتبر انتقال الإلكترون هو الجزء الهام لتشكيل الروابط، أو للربط بين الذرات، وعندما ترتبط ذرتان أو أكثر من الذرات تتشكل وحدة تسمى الجزىء ومن هذه الجزيئات الأكسچين والنتروچين، وهى غازات تتكون من ذرتين من نفس العنصر، ولكن معظم الجزيئات تحتوى على أكثر من عنصر واحد؛ ولذلك تسمى مركبات Compounds. ومثال على ذلك أن الأكسچين هو جزىء لأنه يحتوى على نوع واحد من الذرات وهى ذرات الأكسچين، وعلى العكس فالجلوكوز يعتبر مركبا لأنه يحتوى على عدة أنواع من العناصر تشمل الكربون والهدروچين والأكسچين وكذلك يعتبر الماء مركبا لأنه مركب من اتحاد ذرة واحدة من الأكسچين (o) مع ذرتين من الهدروچين H+H.

المخالط Mixtures:

تعتبر معظم المواد مخالط من مختلف المركبات الكيميائية، وتتكون المخالط عندما تتحد مادتان أو أكثر فيزيائيا من المواد المخلفة، وتختلف المخالط عن المركب فيما يلى :

* لا تتحد المخالط بواسطة الروابط الكيميائية.
* يمكن فصل المخالط إلى مركباتها الأساسية بواسطة العمليات الفيزيائية مثل الترشيح وقوة الطرد المركزية أو البخر.
* تفصل المركبات إلى عناصرها المكونة فقط بواسطة التفاعلات الكيميائية.

* لا تعتبر المخالط مادة كيميائية خالصة مثل المركبات ولكنها تعتبر مادة متغيرة العناصر Heterogeneous Substance مثل الأنزيمات والهرمونات والفيتامينات.

الجزيئات الحيوية Biomolecules

تحتوى معظم الجزيئات فى فسيولوجيا الإنسان على ثلاثة عناصر عامة هى الكربون والهدروچين والأكسچين، وتسمى الجزيئات التى تحتوى على الكربون الجزيئات العضوية Organic Molecules لأنها تتفرع من المصادر النباتية والحيوانية، وما يرتبط منها بالأجسام الحية يسمى الجزيئات الحيوية Biomolecules، وهناك أربعة أنواع منها هى: الكربوهيدرات والليبيدات والبروتينات والنيكلوتيدات، ويستخدم الجسم الجزيئات الثلاثة الأولى كمصادر للطاقة فى الخلية، بينما النوع الرابع وهو النيكلوتيدات Nucleotides يحتوى وعلى حامضى DNA، RNA وهى المكونات البنائية للجينات، وكذلك المركبات التى تحمل الطاقة مثل ATP وAMP.

الكربوهيدرات Carbohydrates

تعرف الكربوهيدرات أيضا بالسكريات Saccharides وهى كلمة مشتقة من اللغة اليونانية وتعنى (حلاوة) وذلك لأن معظم مركباتها ذات الوزن الجزيئى الصغير تكون حلوة المذاق نسبيا، غير أن ذلك لا ينطبق على الكربوهيدرات ذات الوزن الجزيئى الكبير، وتتفق تسمية الكربوهيدرات مع تركيبها ويعبر حرفيا عنها الكربون مع الماء (CH_2O) وكما فى الرمز يتضح أن لكل ذرة كربون يوجد فى المقابل ذرتان من الهدروچين وذرة أكسچين وهذا نفس تركيب الماء (H_2O) من حيث نسبة (H : O)، وتختلف أنواع الكربوهيدرات تبعا لاختلاف عدد كل من الذرات المكونة لها، فالجلوكوز على سبيل المثال يتكون من ($C_6H_{12}C_6$) بمعنى ٦ ذرة كربون و١٢ من الهدروچين و٦ ذرة أكسچين، ويعتبر الجلوكوز مثالا للسكر البسيط، وهو أصغر نوع من الكربوهيدرات التى تشمل الأنواع الثلاثة التالية :

- **أحادية التسكر Monosaccharides**: وهى تحتوى فى أكثرها على عدد ست أو خمس أو ثلاث ذرات من الكربون وتميز بالمقطع (أوز ose) ومنها الجلوكوز Glucose الذى يوجد فى الدم والفركتوز Fructose، ويوجد فى الفواكه وعسل النحل والجالاكتوز Galactose، ويوجد فى منتجات الغدد اللبنية للحيوانات الثديية، ويمكن للجسم بسهولة تحويل الفركتوز والجالاكتوز إلى الجلوكوز لإنتاج الطاقة.
- **ثنائية التسكر Disaccharides**: وهى تتكون من ارتباط اثنين من السكريات أحادية التسكر معا مثل السكروز Sucrose واللاكتوز Lactose (سكر اللبن) والمالتوز Maltose سكر الشعير).
- **عديد التسكر Polysaccharides**: يمكن اعتبار هذه السكاكر مركبات أكثر تعقيدا مشتقة من السكريات أحادية التسكر، وهى تتألف من عدد كبير من وحدات السكاكر الأحادية التسكر المتحدة مع بعضها، وتختلف تبعا لطريقة الربط بين الجزيئات التى تتكون منها، وتقوم جميع الخلايا الحية بتخزين الجلوكوز للطاقة على شكل عديدة التسكر وتقوم بعض الخلايا بإنتاج عديدة التسكر، لأهداف بنائية، كما تقوم الخمائر والبكتريا بتخزين الجلوكوز على شكل عديدة التسكر يسمى

الجليكوجين Glycogen والذى يوجد فى جميع أنسجة الجسم، وتقوم النباتات بعمل نوعين من عديد التسكر أحدهما هو النشا Starch والذى يمكن للإنسان أن يهضمه، والنوع الآخر هو السليلوز Cellulose ولا يمكن للإنسان أن يهضمه.

اللبيدات Lipids

تعتبر اللبيدات جزيئات حيوية تتكون من الكربون والهدروچين والأكسچين مثلها فى ذلك مثل الكربوهيدرات ولكن كقاعدة فهى تحتوى على نسبة قليلة جدا من الأكسچين، وتسمى اللبيدات من الناحية الفنية الدهون Fats إذا ما كانت على شكل صلب فى درجة حرارة الحجرة، وإذا كانت على شكل سائل فى درجة حرارة الحجرة تسمى زيوت Oils، ومعظم اللبيدات من المصادر حيوانية مثل الزبد تعتبر دهونا، بينما معظم اللبيدات من النباتات تعتبر زيوتا.

المحاليل والمواد المذابة Solutions and Solutes

المادة المذابة Solute هى المادة التى تذوب فى السائل، ويسمى السائل الذى تذوب فيه المادة «المذيب Solvent»، ويطلق اسم المحلول Solution على كل هذه التركيبة التى تشمل المادة المذابة والمذيب.

وتركيز المحلول هو عبارة عن وصف لكمية المادة المذابة لكل وحدة قياس من حجم المحلول، وهناك طرق عديدة للتعبير عن التركيز تستخدم فى الفسيولوچى وتشمل النسب المئوية للتركيز والمول والمتكافئ.

الوزن:

ويعبر عنه دائما بالجرام (gram) أو الملليجرام (milligrams) (ml)، ويعتبر الماء هو المادة المذيبة بالجسم ويزن الملى الواحد من الماء جراما واحدا ويعبر عن النسب المئوية للتركيزات بالنسبة للحجم والوزن (الحجم / الوزن) وبالنسبة للوزن إلى الوزن (الوزن/ الوزن) وفى الكيمياء الإكلينيكية يعبر عن الوزن بالنسبة للحجم بالمللى جرام فى المائة أو فى الديسيمتر.

الوزن الجزيئى الجرامى Gram molecular Weight

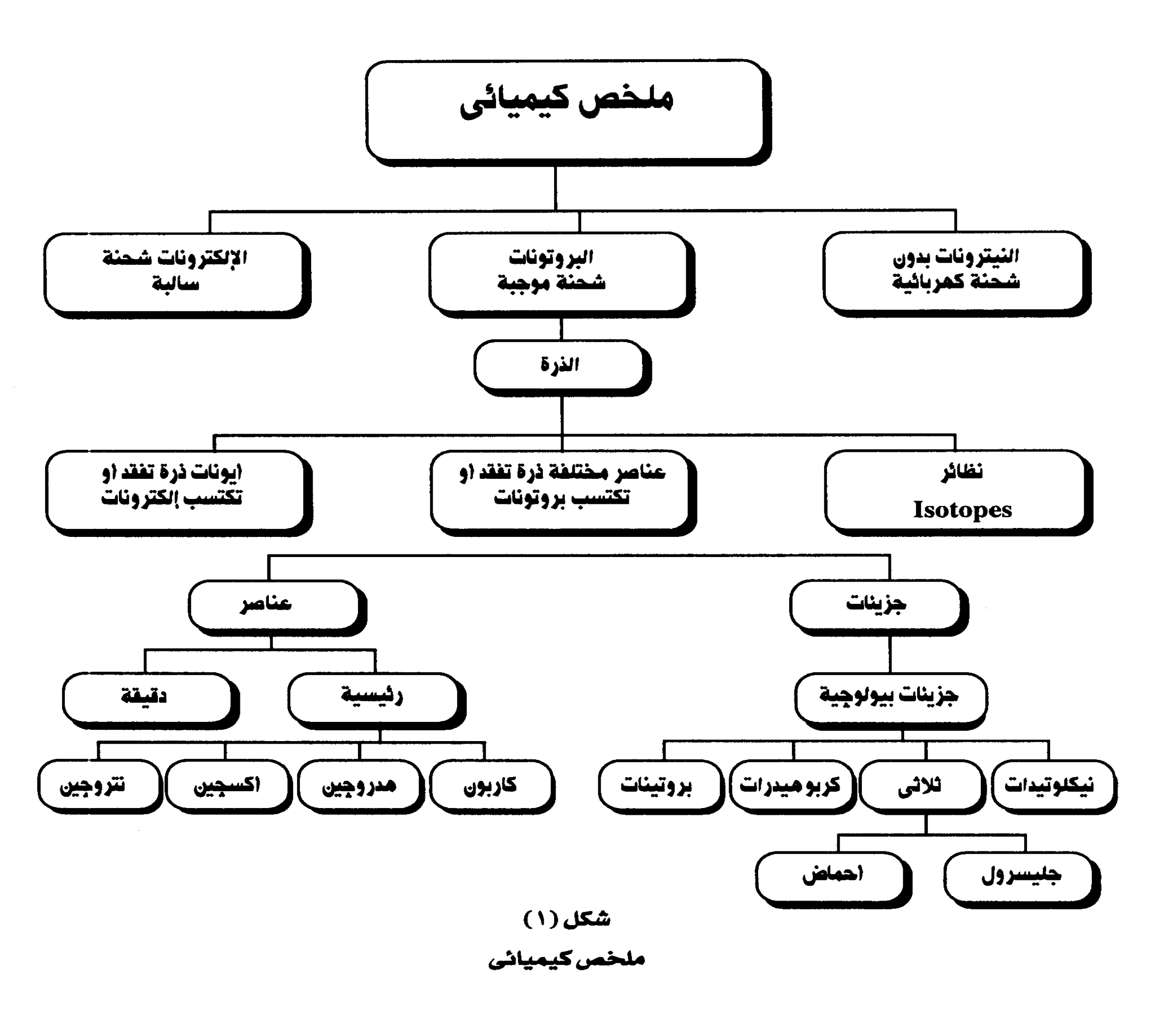
أو التركيز الجزيئى الجرامى : Molarity

ويعنى ذلك عدد جزيئات المادة المذابة ويعبر عنها بعدد المول (Moles) mol ويساوى المول الواحد ٦٠٦٢ × ١٠^٢٣ سواء كان ذلك عدد ذرات أو جزيئات أو أيونات، وبناء على ذلك فإن المول الواحد لأى مادة له نفس العدد المتساوى مع أى مادة أخرى، أما وزن المول فهو يختلف من مادة إلى أخرى لأنه يعتمد على وزن جزيئات هذه المادة ويعبر عنه بالجرام ومثال ذلك وزن المول للجلوكوز هو ١٨٠ جراما بينما وزن كلوريد الصوديوم ٥٨,٥ جرام بالرغم أن لهما نفس عدد الجزيئات. ويطلق مصطلح التركيز الجزيئى الجرامى على تركيزات السوائل فى البيولوچى وهى عدد المولات للمادة المذابة فى لتر المحلول وتكتب فى شكل مختصر (mol/L) بمعنى أن مول الجلوكوز الواحد يحتوى على عدد ٦٠٦٢ × ١٠^٢٣ جزىء من الجلوكوز ويتم ذلك عن طريق إذابة ١٨٠ جراما (مول) من الجلوكوز فى ماء لعمل لتر من المحلول. ويعبر عن المحاليل

الخفيفة عادة بالمللى مول لكل لتر milimoles per liter والمللى مول يساوى $\frac{١}{١٠٠٠}$ من المول.

المتكافئات Equivalents

يعبر أحيانا عن تركيز الأيونات بمصطلح المتكافئات لكل لتر بدلا من المول لكل لتر، ويساوى المكافئ الواحد عدد الشحنات التى يحملها الأيون فمثلا أيون الصوديوم تساوى شحنته +١ يساوى مكافئا واحدا لكل مول، وأيون الكلسيوم Ca_2+ له ٢ مكافئ لكل سول، وتطبق نفس القاعدة على الشحنات السالبة فأيون الكلور يد (-CL) له مكافئ واحد لكل مول.



شكل (١)

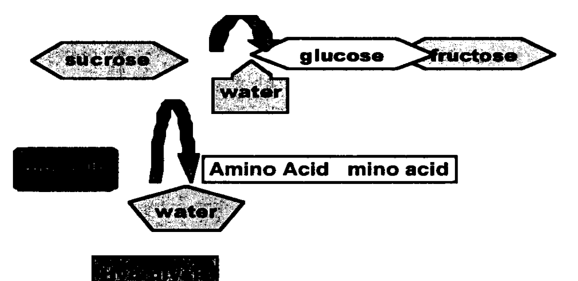
ملخص كيميائى

تفاعلات التحلل بالماء Hydrolysis Reactions

التحلل بالماء هى عملية أساسية تتحلل أو تتهدم من خلالها مركبات الجزيئات العضوية مثل الكربوهيدرات والليبيدات والبروتينيات إلى أشكال بسيطة يمكن للجسم امتصاصها، وفى أثناء عمليات التحلل تخرج الطاقة عندما تتكسر الروابط الكيميائية بواسطة إضافة وحدة من الماء إلى مخلفات التفاعل. ومثال للتحلل المائى عملية الهضم للمواد الغذائية فالنشويات وثنائى السكريات تتحلل إلى أحادى السكريات، والبروتينيات إلى الأحماض الأمينية والليبيدات إلى الأحماض الدهنية.

والتحلل المائى لكل مادة غذائية يحدث بواسطة إنزيم خاص ومثال :

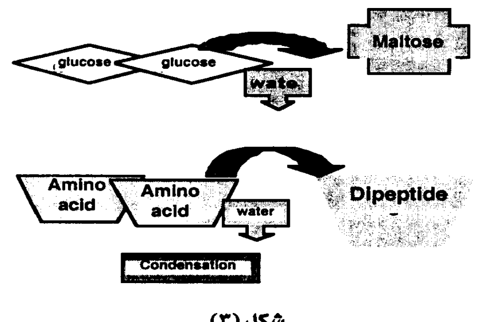
- اللاكتوز وإنزيمه اللاكتاز.
- السكروز وإنزيمه السكراز.
- المالتوز أنزيمه المالتاز.
- الليبيدات وإنزيماتها تسمى الليبازيس.
- البروتينيات وتحتاج أثناء هضمها إلى البروتياز.



شكل (٢)
تفاعلات التحلل بالماء

تفاعل التكثيف Condensation Reaction

تفاعل التكثيف هو تفاعل يحدث فى الاتجاه العكسى للتحلل المائى، ومن خلال هذه العمليات يمكن بناء Anabolic مكونات المواد الغذائية معا لتكوين جزىء أكثر تعقيدا.



شكل (٣)
تفاعل التكثيف

تفاعلات الأكسدة والاختزال
Oxidation and Reduction Reactions

تفاعل الأكسدة يحدث عندما يفقد الجزىء إلكترونات، وعلى العكس من ذلك فإن تفاعل الاختزال تحدث عندما يكتسب الجزىء إلكترونات، وهما تفاعلان مرتبطان ببعضهما بمعنى أن الجزىء لا يختزل إلا عندما يتأكسد جزىء آخر أولا؛ لذلك تسمى هذه التفاعلات معا اسما واحدا مختصرا لكلا التفاعليين وهو Redox Reactions، ويطلق على الجزىء الذى يتخلى عن الإلكترونات عامل الاختزال Reducing Agent والجزىء الذى يكتسب الإلكترونات عامل الأكسدة Oxidizing agent، ويجب التنويه هنا على أن الأكسدة لا تعنى أن يدخل الأكسجين فى هذه العمليات حيث إن

مصطلح الأكسدة يأتى من حقيقة أن الأكسچين لديه ميل لاكتساب الإلكترونات؛ ولذلك فهو يعتبر عامل أكسدة قويا، وبناء على هذه الحقيقة فإن الخلايا تصبح مستقبلا نهائى للأكسچين فى نظام النقل الإلكترونى.

دور NAD و FAD كعاملى أكسدة فى الطاقة الحيوية

من بين عوامل الأكسدة هناك عاملان يلعبان دورا هاما فى تشكيل الطاقة الحيوية الخلوية هما:

Nicotinamid Adenine Dinucleotid _ (NAD).

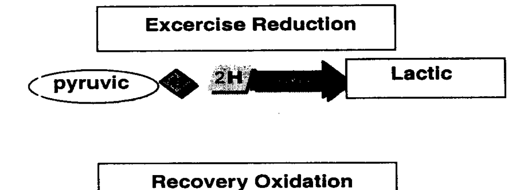
Flavin Adennine Dinucleotid _ (FAD).

يمكن لكلا هذين العاملين خلال تشكيل الطاقة الحيوية أن يساهما فى عملية الاختزال والأكسدة، عند اكتساب كل منهما اثنين من الإلكترونات فى حالة تفاعل الإختزال والعكس عند فقد كل منهما اثنين من الإلكترونات فى حالة تفاعل الأكسدة.

يصبح NAD فى حالة الأكسدة ($NADH_2$)، كما يصبح (FAD) أيضا (FADH+H)، وبذلك يتولد($NADH_2$) خلال الجلكزة اللاهوائية نتيجة حمله للإلكترونين وعند استمرار الجلكزة يعود (NADH2) إلى ما كان عليه (NAD) نتيجة فقده للإلكترونين ويتشكل حامض اللاكتيك من خلال إضافة هدروچين H٢ إلى حامض البيروفيك ويتم ذلك من خلال طريقتين هما :

_ إذا كان هناك قدر كاف من الأكسچين يؤدى ذلك إلى تشكيل حامض البيروفيك بعد تخلى الهدروچين عن ($NADH_2$) فى شكل مكوكى للدخول إلى الميتوكوندريا والمساهمة فى إنتاج ATP هوائيا.

_ إذا كان الأكسچين غير متوافر لاستقبال الهدروچين فى الميتوكوندريا يقوم حامض البيروفيك باستقبال الهدروچين ليشكل حامض اللاكتيك.





شكل (٤)
تفاعلات الأكسدة والاختزال

التركيز الحمض - قلوى ومقياس pH

يعتبر أيون الهدروچين أحد الأيونات المذابة الهامة فى الجسم، حيث يحدد تركيزه فى سوائل الجسم حمضية الجسم، ويأتى أيون الهدروچين إلى سوائل الجسم من عدة مصادر منها:

_ انشطار الماء من H_2O إلى أيونات H^+ و OH^-.

_ الجزيئات المتأينة التى تظهر أيونات +H عند إذابتها فى الماء.

الحامض Acid

هو أى مادة تتحلل فى المحلول لتعطى أيونات الهدروچين، وللحامض مذاق حمضى ويغير لون ورقة عباد الشمس إلى اللون الأحمر ويتفاعل مع القلويات أو القاعديات ليكون الأملاح ويحرر الهدروچين من بعض المعدنيات وأمثلة من أحماض الجسم :

- حامض الهيدرو كلوريك Hydrochloric.
- حامض الفوسفوريك Phosphoric.
- حامض الكربونيك Carbonic.
- حامض سيتريك Citric.
- حامض كاربوكسيلك Carboxylic.

القلوى أو القاعدى Base

القاعدى أو القلوى Base هو أى مادة تشكل أيونات الهيدروكسيل OH^- فى المحاليل المائية، له مذاق مر وملمس زلق ويغير لون ورقة عباد الشمس إلى اللون الأزرق، ويتفاعل مع الأحماض ليشكل الأملاح ومن أمثلته فى الجسم:

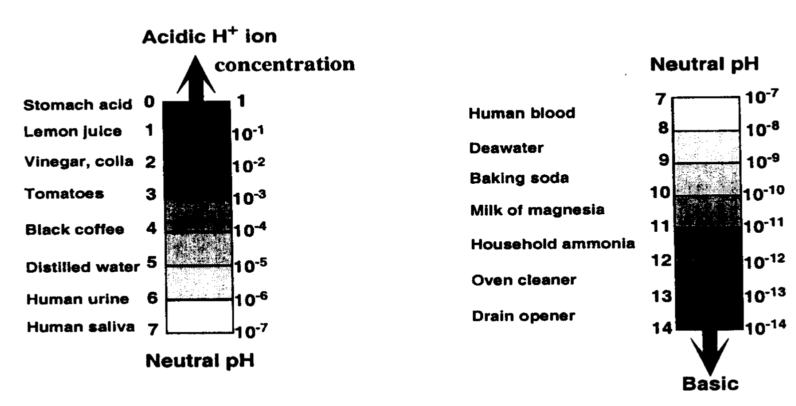
- الصوديوم Sodium.
- كالسيوم هيدروكسيد Calsium hydroxides.
- المحاليل المائية للأمونيا.

مقياس pH Scale

يرجع الفضل فى ابتكار مقياس pH Scale إلى العالم الكيميائى سورن سورنسن ١٩٠٩ Soren Sorensen، لقياس تركيز الهدروچين فى السوائل، وهو مقياس كمى للحمضنة أو القلوية للمحلول، وهو يرجع بصفة خاصة إلى تركيز البروتونات أو الهدروچين، وهو مقياس لوغاريتمى بمعنى أن أى تغيير فى قيمة pH لوحدة واحدة يعنى أن مقدار التغيير يبلغ ١٠٠ مرة ضعف التركيز لأيون الهدروچين ويعبر عنه اختصارا بقيم تراوح ما بين +١ إلى +١٤ :

- المحلول الذى يحتوى على هيدروكسيل (OH^-) أكثر من الهدروچين (H) يكون مقياس pH له أعلى من الرقم ٧ ويسمى محلول قلوى أو قاعدى.
- المحلول الذى يحتوى على الهدروچين (H) أكثر من الهيدروكسيل (OH^-) يكون مقياس pH له أقل من الرقم ٧ ويسمى محلول حمضى.
- الماء يعتبر محلولا محايدا حيث تبلغ قيمة pH له ٧ نظرا لأنه يحتوى على الهدروچين (H) معادلا للهيدروكسيل (OH^-).

تتغير قيم pH بدرجات طفيفة وعلى سبيل المثال يميل الدم إلى القلوية ٧,٤ وتحت التأثيرات المختلفة يمكن أن تتغير قيم pH بدرجات طفيفة حتى ٧ فى الاتجاه الحمضى.



شكل (٥)
قيم pH لبعض السوائل

جدول (٤)
قيم pH لبعض السوائل

الدرجة	السوائل
١	حامض المعدة – حامض الهيدرو كلوريك Hydrochloric
٢	عصير الليمون
٣	الجريب فروت، البيرة،الخل، الكولا، عصير التفاح
٤	الطماطم، العنب
٥	القهوة، البول من ٥ , ٤ – ٨
٦	سيتو بلازما العضلات النشطة، اللعاب، اللبن(٥ , ٦)
٧	الماء المقطر، الدم (٤ , ٧)، اللعاب
٨	بياض البيض، ماء البحر(٤ , ٨)
٩	بيكربونات الصودا
١٠	الصابون السائل
١١	الأمونيا العادية
١٢	الجير
١٣	منظف الفرن
١٤	مزيلات الشعر الكيميائية

جدول (٥)

قيم pH بعض سوائل الجسم

سوائل الجسم	قسم pH	التغيرات
الدم الشرياني في الراحة	٧,٤٠	يحدث التغير عند زيادة ثاني أكسيد الكربون
الدم الوريدي في الراحة	٧,٣٦	واتحاده مع الماء وتكوين حامض الكربونيك.
العضلة	٧,٠٠ تقريباً	أقل من الدم نظراً لاستمرارية انتاج ثاني أكسيد الكربون خلال التمثيل الغذائي ويمكن أن تصل خلال النشاط البدني الى ٦,٤٠.
السائل الخلوي	٧,٣٦	يساوي الدم الوريدي .
العرق	٥,٩٠ - ٦,١٠	هناك مرونة في المدى لارتباطه بكيميائية الجسم.
البول	٤,٧٠ - ٨,٠٠	يعتمد على دور الكلى في تنظيم كيميائية الجسم.
اللعاب	٥,٧٠ - ٧,٠٠	يتكون من العصائر الهضمية، ويرجع الاختلاف إلى الغدد التي تفرز السائل.
المعدة	١,٠٠ - ٦,٠٠	حامضي جداً نتيجة حامض الهيدروكلوريد شديد الحموضة.
العصائر البنكرياسية	٧,٦٠ - ٨,٠٠	قلوية لمواجهة حمضنة الطعام في المعدة.

يرتبط مقياس pH بكثير من العمليات الحيوية الكيميائية في الجسم، حيث لا تحدث هذه العمليات إلا في مستوى معين من قيم pH ولا تنشط هذه العمليات في حالة تغير هذا المقياس وعلى سبيل نشاط الإنزيمات حيث تنشط بعض الإنزيمات في أوساط حمضية ويقل نشاطها في الأوساط القلوية والعكس، ومثال على ذلك أن إنزيم Gastric lipase لا ينشط إلا في وسط عالي الحمضنة بالمعدة غير أن نشاطه يقل في الأمعاء الدقيقة حينما يكون الوسط قليل القلوية، وكذلك يلاحظ نشاط إنزيم اللعاب Salivary amylase حيث يقوم بتكثير النشا في الفم حيث يتراوح pH اللعاب ما بين ٦,٤ -٧ وعندما يمر من الفم إلى المعدة (pH = 1 -٢) يتوقف نشاط هذا الإنزيم، وكقاعدة عامة أن أى تغير في pH يؤدى إلى تلف في الإنزيمات، ولهذا السبب يحاول الجسم دائما الحفاظ على التوازن الحمضي القلوى ليكون في أضيق نطاق.

المنظمات الحيوية Buffers

يستخدم مصطلح المنظمات الحيوية Buffers لوصف التفاعلات الكيميائية التي تقلل تغيرات تركيز الهدروچين إلى الحد الأدنى، وهى تعتبر العامل الأساسى للحفاظ على اعتيادية مقياس pH

والمنظم الحيوى هو أى جزىء يساعد على الوقاية من تغيرات pH، والذى يحدث فى الجسم نتيجة لزيادة تركيز الهدروچين ويعرف ذلك بالحمضنة Acidosis ، وعلى العكس من ذلك فالنقص فى تركيز الهدروچين يؤدى إلى القلونة Alkalosis ، ويمكن فى حالة عدم نجاح المنظمات الحيوية فى القيام بدورها فى معادلة أى خلل يحدث فى تركيز الهدروچين حدوث الغيبوبة أو الوفاة؛ لذلك يقوم الجسم بثلاث آليات للتحكم فى نوعية التوازن الحمضى القلوى لبيئة الجسم الداخلية من خلال أنواع من المنظمات الكيميائية والتهوية الرئوية ومن خلال وظائف الكبد.

المنظمات الحيوية الكيميائية

System Chemical Buffering

وهى تعرف بالمنظمات الحيوية الأساسية، ويتكون المنظم الحيوى الكيميائى من حامض وقاعدى أو ملح هذا الحامض والقاعدى، وتوجد من هذه المنظمات أربعة أنواع فى الدم وهى :

- نظام البيكربونات.
- نظام الهيموجلوبين.
- نظام البروتين.
- نظام الفوسفات.

تقدر كمية المنظمات الحيوية الأساسية فى حالة الراحة بحوالى ٤٥ مللى مكافئا / لتر وهى توجد فى بلازما الدم فيما عدا نظام الهيموجلوبين، وتساعد هذه المنظمات على تقليل مستوى تركيز أيون الهدروچين فى الدم، ومثال على ذلك عند زيادة تركيز حامض اللاكتيك فى الدم ١٠ أضعاف تركيزه فى وقت الراحة فإن المنظمات الحيوية تواجه هذه الزيادة بحيث لا يزيد تركيز أيون الهدروچين بنفس الدرجة وبدرجة ١,٥ مرة وليس ١٠ أضعاف تركيزه فى وقت الراحة.

يطلق مصطلح الاحتياطى القلوى Alkali Reserve على كمية البيكربونات فى الدم فى الظروف العادية، وهذا يدل على كمية الحامض التى يمكن الاتحاد معها فى الدم، ويبلغ مستوى الاحتياطى القلوى فى الدم فى الظروف العادية ٢٥ ملى مكافئا / لتر أى يشكل حوالى ٦٠٪ من حجم جميع المنظمات الحيوية الأساسية، وهذا المقدار ينخفض أثناء العمل العضلى بنسبة تصل إلى حوالى ٩٥٪ نتيجة مواجهة زيادة حامض اللاكتيك، بينما تبقى النسبة الباقية ٥٪ لمواجهة زيادة الأحماض الدهنية فى بلازما الدم، وتوجد علاقة عكسية بين تركيز حامض اللاكتيك فى الدم ومستوى البيكربونات، فعند العمل العضلى ذى الشدة المنخفضة لا يتغير مستوى البيكربونات، بينما ينخفض مع زيادة شدة الحمل.

منظم التهوية الرئوية Ventilatory Buffer

تؤدى أى زيادة لتركيز أيون الهدروچين فى الدم إلى استثارة مراكز التنفس لزيادة التنفس، وهذا يؤدى إلى خروج كمية أكبر من ثانى أكسيد الكربون الذى يترك الدم، حيث ينتقل ثانى أكسيد الكربون خلال الدم متحدا مع الماء ومكونا لحامض الكربونيك، وهذا التقليل لمحتوى ثانى أكسيد الكربون بالجسم يعتبر منظما حيويا من خلال التهوية الرئوية، وعند زيادة التنفس إراديا وبدون أداء عمل عضلى فإن هذا يؤدى إلى زيادة

التخلص من ثانى أكسيد الكربون عن طريق الرئتين مما يقلل من حامض الكربونيك فى الدم وبناء عليه يزيد مقياس pH الدم إلى ٧,٦ و٧,٨ ويطلق على هذه: الحالة القلوية، وعلى العكس من ذلك فإن تقليل التهوية الرئوية الطبيعية يؤدى إلى المزيد من اتحاد ثانى أكسيد الكربون مع الماء ومكونا لحامض الكربونيك وبالتالى زيادة الحمضية. تقوم الرئتان بتخليص الجسم من زيادة ثانى أكسيد الكربون أثناء النشاط البدنى، وبهذا يقل محتوى حامض الكربونيك بالدم، وتزيد سرعة التنفس لتساعد على زيادة عمليات الأكسدة لحامض اللاكتيك فى الكبد، ويقل التنفس إذا ما اتجه الدم إلى الجانب القلوى للاحتفاظ بثانى أكسيد الكربون فى الجسم حتى يستعيد الدم الاحتياطى القلوى.

المنظم الحيوى الكلوى Renal Buffer

يعتبر خروج الهدروچين مع البول عن طريق الكلى أيضا أحد المنظمات الحيوية الأكثر فاعلية من المنظمات الأخرى الكيميائية والرئوية، ويلعب دورا هاما للمحافظة على التوازن الحمضى القلوى على المدى الطويل، ويتم تنفيذ ذلك من خلال عمليات الترشيح الكلوى لأيونات البيكربونات والأمونيا وإخراج الهدروچين فى البول وإعادة امتصاص القلويات الكلوريد والبيكربونات. وهكذا تقوم الكلى بإخراج البول الحمضى أو القلوى وتخرج الأحماض فى البول على شكل أحماض عضوية ضعيفة وأملاح البولينا والأحماض الفوسفاتية، بينما يتم التخلص من القلويات الزائدة على شكل بيكربونات أو فوسفات قلوى، هذا إلى جانب دور الكلى فى المحافظة على النسب الطبيعة للصوديوم والبوتاسيوم وغيرها من الأملاح المعدنية بالدم.

مرضى السكر والحمضنة

عندما يكون إنتاج الأنسولين طبيعيا تأتى الطاقة بشكل طبيعى من مصادر مختلطة من الكربوهيدرات والدهون، غير أنه فى مرضى السكر يؤدى نقص الأنسولين إلى تقليل استهلاك الكربوهيدرات كمصدر للطاقة وبذلك تصبح الدهون هى المصدر الأساسى للطاقة، وهذا التحول والتركيز على الدهون كمصدر للطاقة يزيد من إنتاج الحمض بواسطة إنتاج ما يسمى أحماض الكيتو Keto Acids والتى تؤدى إلى حالة الحمضنة وتخرج كميات أكثر من الماء والصوديوم مع البول مصاحبة لخروج هذه الأحماض عن طريق الكلى، وهذا بالتالى يحد من إمكانية أن يقوم الصوديوم بتشكيل منظم حيوى كيميائى قوى وهو بيكربونات الصوديوم، وإذا استمر عدم التوازن هذا قد تحدث للفرد غيبوبة ناتجة عن الحمضنة، وفى هذه الحالة يتم مباشرة حقن الفرد بالكربوهيدرات وحقنه بالأنسولين لتسهيل توصيل الجلوكوز إلى الخلايا.

المنظمات الحيوية والتدريبات عالية الشدة

تؤدى التدريبات عالية الشدة إلى إنتاج كميات كبيرة من حامض اللاكتيك كمخلفات الطاقة اللاهوائية والتى تغادر العضلات إلى مجرى الدم ويلاحظ أن العلاقة بين pH الدم وحامض اللاكتيك كلما زادت شدة التدريب يزداد تركيز حامض اللاكتيك فى الدم وحتى يصل pH الدم إلى ٦,٨ ، وهى نقطة الإجهاد البدنى،

وتقوم المنظمات الحيوية المختلفة بدورها للتخلص من زيادة حامض اللاكتيك بالدم. ويشارك في التخلص من حامض اللاكتيك بالدم إلى جانب المنظمات الحيوية أعضاء الجسم الأخرى كالقلب والكبد. وعادة يزيد حامض اللاكتيك في بداية أي نشاط بدني بصرف النظر عن شدة هذا النشاط، ويرجع السبب في ذلك إلى بطء عمليات إنتاج الطاقة الهوائية وعدم كفاية توصيل الأكسجين إلى العضلات العاملة بالقدر الذى تحتاج إليه، وبذلك تقوم العضلات بتكسير الجليكوجين لإنتاج الطاقة في عدم وجود الأكسجين مما يتسبب في زيادة حامض اللاكتيك بالدم وانخفاض pH الدم فإذا كانت شدة الحمل البدني متوسطة في حدود ٥٠ - ٦٠ ٪ من القدرة الهوائية القصوى فإن تركيز حامض اللاكتيك يظل في الانخفاض حتى يصل إلى المستوى الذى كان عليه وقت الراحة، ويدل ذلك على أن سرعة إنتاج اللاكتيك أقل من سرعة التخلص منه عن طريق القلب والكبد والعضلات الأخرى، وعندما تكون شدة الحمل البدني مرتفعة فإن مستوى اللاكتيك يستمر في الزيادة كلما زادت شدة الحمل، ويبلغ تركز اللاكتيك أقصى مستواه عند استمرار الحمل البدني الأقصى لفترة ما بين ١-٣ دقائق، وتبلغ أقصى كمية لتركيز حامض اللاكتيك في الدم الشرياني لدى غير المدربين الذكور والإناث ١٠٠ - ١٥٠ مليجراما (١٥ ملي مول / لتر) وفي هذه الحالة تنخفض pH الدم من ٧,٤ إلى ٧,٢ غير أن هذا المستوى لا يحدث بالنسبة للأطفال وكبار السن؛ لذلك فإن القدرة على العمل العضلي اللاهوائي السريع الأداء تتطلب المقدرة على زيادة حامض اللاكتيك نتيجة القدرة على إنتاج الطاقة اللاهوائية، ومن الجدير بالذكر أن اللاكتيك يزيد أولا في العضلات ثم ينتقل بعد ذلك إلى الدم لذلك لا يظهر أقصى تركيز حامض اللاكتيك في الدم أثناء العمل العضلي وخاصة إذا كانت فترة استمرار العمل العضلي قصيرة في حدود ١ - ٦ دقائق، ويتطلب الوصول إلى أقصى تركيز لحامض اللاكتيك في الدم بضعة دقائق بعد انتهاء العمل، ويتطلب تساوى تركيز حامض اللاكتيك في الدم مع العضلات فترة زمنية لا تقل عن ٥-١٠ دقائق.

ومن المعروف أن تركيز حامض اللاكتيك في الدم لدى المدربين يقل عنه بالنسبة لغير المدربين في حالة قيام كل منهما بنفس الحمل البدني، ويرجع ذلك إلى زيادة اعتماد المدربين على العمليات الهوائية وزيادة كفاءة المنظمات الحيوية للتخلص من زيادة حامض اللاكتيك.

الإنزيمات

Enzymes

أمكن في القرن التاسع عشر اكتشاف إمكانية تحلل البروتينيات والنشا والدهون إلى مكونات أصغر منها في القناة الهضمية، وأن هذا يرجع إلى وجود نشاط إنزيمي، وكلمة إنزيم تعني باللغة اليونانية «في الخميرة In yeast»، وتعتبر الإنزيمات عوامل مساعدة تعمل على زيادة سرعة التفاعلات الكيميائية الحيوية من $١٠^{٦}$ إلى $١٠^{١٢}$ مقارنة بسرعة التفاعلات في حالة عدم وجود عوامل مساعدة، وتعتبر هي المحرك الحقيقي لجميع العمليات الحيوية، ويمكن أن تحتوى الخلية على حوالى ١٠٠٠ إنزيم مختلف

وكل منهـا يختص بوظيـفة خـاصة، ولا تحـدث الإنزيمـات تفاعـلات جديدة ولكنهـا فقط تقـوم بمجرد الإسراع من التفاعلات الموجودة.

وجميع الإنزيمات عـبارة عن مواد بروتينية ولهـا درجة عـالية من الـتخـصص بمعنى أن كل إنزيم يحفز تفـاعلا معينا، كما توجـد بعضها فى صورة مركبـات معقدة متعـددة الإنزيم أو متعددة الوظائف، وتـسـمى الإنزيمـات عـادة وفـقـا للتفاعلات التى تحفزها ويمكن تصنيف الإنزيمات إلى المجموعات الآتية :

١- إنزيمـات الأكـسـدة والاخـتـزال Oxidoreductases.

٢- إنزيمات النقل Transferases.

٣- إنزيمات التحلل المائى Hydrolases.

٤- إنزيمات لييز Lyases.

٥- إنزيمات الأيزومير Isomeaases.

٦- الإنزيمات الرابطة Ligases.

مرفقات الإنزيمات Coenzymes

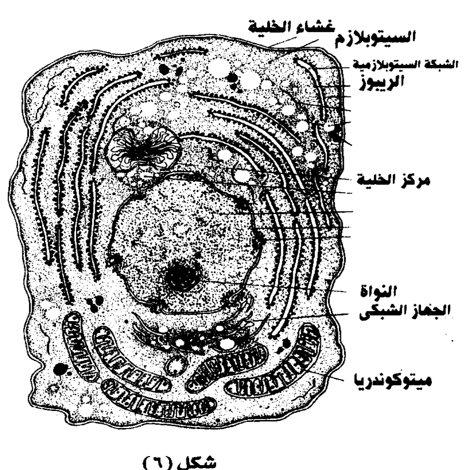
لا تنشط بـعض الإنزيمـات إلا فى حـالة وجـود مـواد تسـمى مـرفـقـات الإنـزيمـات Coenzymes وهى مركـبات غير بروتينيـة تسهل تفاعل الإنزيم وتقل خـصوصيتهـا عن الإنزيمات حـيث يمكن أن تـتـفـاعل مع عـدة تفـاعـلات مختلفة.

مستويات تركيب الجسم

يتطلب فهم العمليات الفسيولوجية المختلفة الفهم الـدقيق لمستـويات تركيب الجـسم بداية من مـسـتـوى الذرة، ثم الجـزيئـات، ثم الخليـة، ثم النسيـج، ثم العضو ومـجمـوعة الأعـضاء التى تشكل الجهـاز، ثم مجموعة الأجـهزة التى تكون الجسم ككل.

الخلية Cell

أمكن اكـتشاف الخـلايا منذ القرن الـسابع عـشـر بفـضل العـالـم الإنجليـزى روبرت هوك Robert Hooke وتطورت مـعـرفـتـنا بتـركـيب ووظائف الخلـيـة مع تـطور الميكروسكـوبات فى الثلاثة قرون الماضية، وتتكون الخلية من مجموعة جزيئات، وتعتبر الخلية أصغر وحدة وظيفية بنائية فى الجـسم وهى الوحـدة الأسـاسيـة للحـيـاة، وتختلف الخلايا من حيث الحـجم والوظيفة فهى تختلف مثلا فى طولها من ٨ ميكرو مترات لكرة الدم الحمراء إلى ٣٠ سم للخليـة العضلية وتصل إلى حوالى ١٠٠ سم للخليـة العصبيـة وتختلف الخلية حـسب نوعها ووظيفـتها فـالخلية العصبـية تقوم بعمليات توصيل الإشـارات العصبية والخلية العضليـة تقوم بالانقـباض العضلى وتقـوم خلايا الكلى بتكويـن البول بيـنما تقـوم خـلايا الغـدد الصمـاء بتصنيع الهرمـونات، وقد أثار اكـتـشاف



شكل (٦)
الخلية

المجهر الإلكترونى الاهتمام بالتفاصيل الدقيقة لتركيب الخلية نظرا لكونه يزودنا بقوة تكبيريه تتراوح ما بين ١٠٠,٠٠٠ إلى ٢٠٠,٠٠٠ مرة مقارنة بالمجهر الضوئى الذى تبلغ قوة تكبيرة ١٠٠٠ مرة. وتتكون الخلية من المكونات التالية:

أ-غشاء الخلية Cell Membrane

هو غشاء شبه منفذ مسئول عن امتصاص وإزالة الماء وبعض الأيونات والجزيئات العضوية حيث ينظم دخول وخروج المواد من الخلية، ويسمح بدخول مواد ذات أحجام معينة إلى داخل الخلية كما يحتوى مكونات الخلية، ويفصل ما بينها والبيئة المحيطة بها ويحتفظ بشحنة كهربائية سالبة داخل الخلية العصبية والعضلية، وهذه الشحنة تساعد فى توصيل الإشارات العصبية.

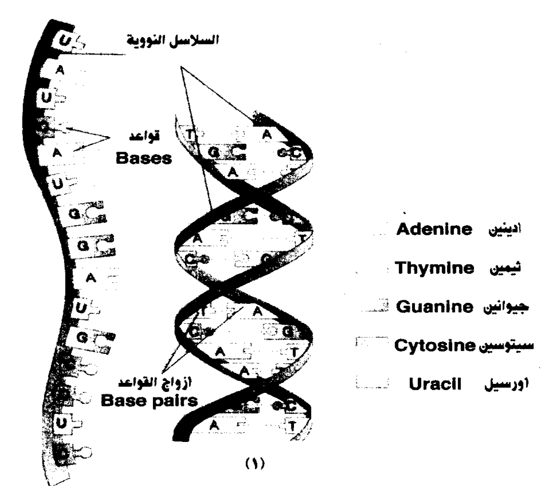
ب-النواة Nucleus

هى أكبر جسم داخل الخلية وهى عبارة عن جسم مستدير داخل الخلية يحتوى على المكونات الخلوية الوراثية (الجينية) والتى تقوم ببناء البروتينات وتقوم النواة بتنظيم كثير من وظائف الخلية بما تحتويه من مكونات، فهى تقوم بعمليات الضبط الوراثى والفيزيائى فى الخلية وكذلك بناء الحامض النووى الريبوزى منقوص الأكسچين Deoxyribonuclec Acids (DNA) ويقوم بحمل المعلومات اللازمة لبناء البروتين الذى تنتجه الخلية، ولما كان هذا الحامض لا يغادر النواة فى الخلية فإنه ينقل معلوماته اللازمة لبناء البروتينات إلى الريبوسومات خارج النواة والتى تعد الموقع الرئيسى لبناء البروتينات بواسطة مراسل أو رسول وسيط هو الحامض النووى RNA، وتحتوى النواة أيضا على مادة تدعى نيكوتين أميد أدينين ثنائى النيوكلوتيد NAD وهى المادة التى بدونها لا تتم كثير من تفاعلات الأكسدة والاختزال.

ظل لفترة طويلة من المعتقد أن النواة تحتوى على عدد من الچينات الوراثية يتراوح ما بين ٥٠,٠٠٠ و ١٠٠,٠٠٠ جين وراثى كل جين منها مسئول عن بناء بروتين معين ويهتم بهذا الجانب علم البيولوچيا الجزئية، وفى الآونة الأخيرة اختلف العلماء حول عدد الجينات حيث نشر الچينوم البشرى فى مسودتين نشرتا فى فبراير ٢٠٠٠ أن عدد الچينات يبلغ نحو ٣٥ ألف أو مابين ٣٠ - ٤٠ ألف چين، توصل فريق ثالث من العلماء من ولاية أوهايو الأمريكية أن عدد الجينات يبلغ نحو ٦٦ ألف جين.

ج-السيتوبلازم Cytoplasm

ويسمى الساركوبلازم Sarcoplasm فى الخلية العضلية وهو السائل البروتينى للخلية بين النواة وغشاء الخلية، ويتألف فى غالبيته من الماء الذى يحتوى على باقى مكونات الخلية مثل



شكل (٧)
(١) الحامض النووى DNA
(٢) الحامض النووى RNA

أيونات البوتاسيوم والكلور والفوسفات والجلكوز والأحماض الأمينية والإنزيمات التى تعمل على تكسير الجلوكوز لإنتاج الطاقة، وتعتبر الميتوكوندريا أهم محتويات السيتوبلازم.

د- الميتوكوندريا Mitochondrion

وتسمى الواحدة منها ميتوكوندريون Mitochondrion أو بيت الطاقة Powerhouse للخلية وتسمى المجموعة منها ميتوكوندريا Mitochondria حيث يتم بداخلها تحويل المواد الغذائية إلى طاقة لما تحتويه من إنزيمات وأكسجين

وهى تنتج معظم مقدار المركب الكميائى الغنى بالطاقة أدينوسين تراى فوسفات ATP، وهى تتفاوت من حيث الشكل والعدد والحجم فقد تكون كروية أو مستطيلة، ويتوقف عددها فى الخلية على مدى حاجتها إلى الطاقة، فمثلا تحتوى الخلية العضلية على عدد كبير من الميتوكوندريا، كما تحتوى الألياف البطيئة على عدد أكبر نظرا للمزيد من الطاقة الهوائية التى تحتاجها لأداء العمل العضلى الذى يتطلب التحمل، وتتكون الميتوكوندريون الواحدة من غشائين من أغشية الليبيدات البروتينية ويبرز من الغشاء الداخلى منهما انثناءات Cristae تنطلق إلى فجوة مائية مركزية تعرف بالحشوة Matrix، أما الغشاء الخارجى ليس له انثناءات وهو يشكل تحديدا للميتوكوندريون، ويوجد بين الغشائين فجوة شفافة وهى تلعب دورا هاما فى إنتاج المركب ATP، ويختلف الغشاءان من حيث التركيب والوظيفة ويحتوى الميتركس أو الحشوة على الإنزيمات والريبوسومات والحبيبات وجدائل DNA.

أنسجة الجسم Body Tissues

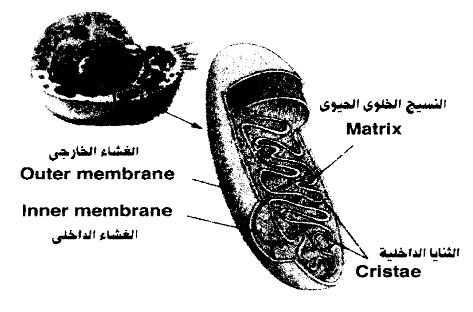
بالرغم من ان الخلية الواحدة تحمل كل مقومات الحياة إلا أنها لا تستطيع وحدها أن تقوم بكل العمليات الفسيولوجية للجسم البشرى، ويتم ذلك بناء على تجمع الخلايا معا لتشكل ما يسمى بالنسيج وتسمى دراسة الأنسجة هيستولوجى Histology وتختلف طبيعة بناء الأنسجة مابين أنسجة بسيطة تتكون من نوع واحد من الخلايا إلى أنسجة مركبة تتكون من أنواع كثيرة من الخلايا، وقد قسم العلماء الأنسجة إلى أربعة أنواع رئيسية هى :

١- النسيج الظهارى Epithelial يقوم بتغطية سطح الجسم والغدد والأنابيب وتجويف أعضاء الجسم.

٢- النسيج الضام Connective يقوم بمساندة الجلد وأعضاء الجسم الأخرى والغضاريف والعظام.

٣- النسيج العضلى Muscle يكون العضلات الهيكلية والأعضاء المجوفة والأنابيب.

٤- النسيج العصبى Nerve يوجد فى الجسم والمخ والنخاع الشوكى.



شكل (٨)
تركيب الميتوكوندريون

الأعضاء والأجهزة Organs and Systems

يتكون أى عضو من أعضاء الجسم من مجموعة أنسجة مختلفة تختص بأداء وظيفة معينة فى الجسم وعلى سبيل المثال يعتبر الجلد أحد أعضاء الجسم يشكل حوالى ١٦٪ من وزن جسم الشخص البالغ ويغطى مساحة ما بين ١,٢ إلى ٢,٣ متر مربع، وتقوم كل مجموعة من الأعضاء بتكوين أحد أجهزة الجسم التى يتكون منها الجسم ككل وبذلك يتكون الجسم من أحد عشر جهازا هى :

١- الجهاز الهضمى	Digestive
٢- الجهاز البولى	Urinary
٣- الجهاز العصبى	Nervous
٤- الجهاز الغلافى	Integumentary
٥- الجهاز العظمى	Skeletal
٦- الجهاز العضلى	Muscular
٧- الجهاز الهرمونى	Endocrine
٨- الجهاز التنفسى	Pulmonary
٩- الجهاز الليمفاوى	Lymphatic
١٠- الجهاز التناسل	Reproductive
١١- الجهاز الدورى	Cardiovascular

وبذلك يمكن أن نقوم بترتيب تكوين الجسم كما يلى :

١- الذرات.

٢- تكوين الجزيئات من الذرات.

٣- تكوين الخلايا من الجزيئات.

٤- تكوين الأنسجة من الخلايا.

٥- تكوين العضومن الأنسجة.

٦- تكوين الجهاز من الأعضاء.

٧- تكوين الجسم من الأجهزة.

مشروع الخريطة الوراثية للإنسان

Human Genome Project

ومن الجدير بالذكر ألا يفوتنا هنا الحديث عن أكبر حدث علمى فى الآونة الأخيرة والذى يقارن باكتشاف العجلة واكتشاف الطاقة الذرية وهو ما أعلنه الرئيس الأمريكى كلينتون ومعه فى نفس الوقت تونى بلير رئيس الوزراء البريطانى فى يونية ٢٠٠٠ حيث أعلنا عن إتمام مشروع الجينوم البشرى أو ما يعرف أيضا بشيفرة الحياة، أو الخريطة الوراثية للإنسان، مما يعتبر حدثا مهما جدا، وصفه كلينتون بأنه أهم من وصول الإنسان للقمر، ومن اكتشاف البنسلين، ووصفها بلير بأنها أعظم خريطة أنتجها العقل البشرى، وحدد العلماء عام ٢٠٠٣ لاكتمال المشروع الذى رصد له الكونجرس الأمريكى ٣ مليارات دولار للإنفاق عليه، وقدرت مدة هذا المشروع بخمس عشرة سنة، خفضت إلى ثلاث عشرة سنة، ويشترك فى هذه المهمة كل من : أمريكا وبريطانيا وفرنسا وألمانيا واليابان والصين كما يستخدم أكثر من مائتى معمل متخصص فى هذا المجال، وتتلخص اكتشاف العلماء فى الكشف عن خريطة الكروموسومات فى الإنسان والتى يبلغ عددها ثلاث وعشرين فى الخلية الواحدة من خلايا الجسم التى تقدر بالملايين، وهى التى تحمل جميع

المعلومات الوراثية للإنسان وبواسطتها تنتقل الصفات الوراثية من جيل إلى آخر، وهذه الكروموسومات الموجودة داخل الخلية مصنوعة من حامض DNA الذى يحتوى على أربعة أنواع من النيوكلوتيدات Nucleotides يبلغ عددها فى الخلية الواحدة ثلاثة مليارات من الحروف الوراثية، وتكمن عظمة هذا الاكتشاف فى كونه سيساعد على تفادى الإصابة بعدد كبير من الأمراض؛ قد يصل إلى أكثر من خمسة آلاف مرض من بينها الزهايمر وضمور العضلات والتقزم وبعض السرطانات وهشاشة العظام والتهاب المفاصل والربو الشعبى وأمراض القلب والسكر، كما قد يوفر أدوات مهمة للتشخيص والعلاج، كما سوف يتمكن العلماء من الحصول على معلومات جديدة عن تنوعات السرطان وأسباب الشيخوخة وجهاز المناعة.

وبالرغم من الأهمية العلمية والتطبيقية لهذا الاكتشاف إلا أنه أثار كثيرا من القضايا الفلسفية والعلمية المرتبطة بالسلوك البشرى، ومن الممكن فى المجال الرياضى أن يثير مثل هذا الاكتشاف كثيرا من القضايا الهامة سواء على مستوى الرياضة بهدف الصحة والوقاية من الأمراض المختلفة أو على مستوى الرياضة التنافسية وتغلغل عصر الاحتراف الرياضى ومدى إمكانية الاستغلال السيئ للهندسة الوراثية والتعديل الجينى، وفى نفس الوقت يمكن الاستفادة تطبيقيا من هذا المشروع فى مجال الانتقاء للرياضيين الموهوبين والعلاج الجينى.

التحكم فى بيئة الجسم الداخلية

يعمل الجسم دائما على ثبات حالته وبيئته الداخلية بصفة مستمرة وفى سبيل ذلك تعمل كثير من الآليات بالجسم ومثال على ذلك ثبات درجة حرارة الجسم، ففى حالة ارتفاع درجة حرارة الجو فإن درجة حرارة الجسم تظل ثابتة وهناك عمليات فسيولوجية كثيرة تعمل على التخلص من الحرارة الزائدة وكذلك عند زيادة الحرارة الناتجة من تأثير المجهود البدنى، وعكس ذلك إذا ما تواجد الفرد فى بيئة باردة يعمل الجسم على ألا يفقد حرارته وتقوم كثير من العمليات الفسيولوجية بالحفاظ على ثبات درجة حرارة الجسم وإنتاج طاقة حرارية تعوض ما يمكن أن يفقده.الجسم، ويتكرر ذلك فى جميع حالات الجسم ففى حالة زيادة الحموضة نتيجة زيادة الأحماض فى الدم تعمل المنظمات الحيوية على معادلة الأحماض الزائدة، والعكس فى حالة القلونة وزيادة القلوية،وتسمى حالة ثبات الجسم الإستقرار التجانسى.

الاستقرار التجانسى Homeostasis

أطلق والتر كانون Walter Cannon سنة ١٩١٢ مصطلح الاستقرار التجانسى Homeostasis على حالة احتفاظ أو ثبات بيئة الجسم الداخلية بدون تغيير، وتشبه هذه العملية ما تقوم به الترموستات فى جهاز التكييف حينما تحافظ على درجة حرارة الحجرة ثابتة أو كذلك ترموستات الثلاجة التى تعمل على الحفاظ على درجة برودة الثلاجة ثابتة، حيث تعمل على زيادة الحرارة فى حالة نقصها والعكس تعمل على نقص الحرارة فى حالة زيادتها، والجسم البشرى كجهاز كبير معقد يحتاج إلى نوع من الثبات النسبى فى حالته الداخلية، حيث إن أى تغيير يمكن أن يؤدى إلى خلل كبير له خطورته على حياة الإنسان ذاته، ومثال ذلك أنه يمكن أن

تؤدى زيادة حرارة الجسم عن حد معين إلى أمراض الحرارة وإلى ضربة الحرارة وإلى الوفاة، وفى حالة فشل الكلى فى القيام بوظائفها لتخليص الجسم من المخلفات يفقد الجسم حالة الاستقرار التجانسى، وإذا لم تقم الرئتان والجهاز الدورى من تخليص الجسم من ثانى أكسيد الكربون وإذا زادت الأحماض بالدم وتغيرت درجة التوازن الحمضى القلوى كل هذه الوظائف وغيرها تعنى تغيرا فى حالة الاستقرار التجانسى؛ لذا يعمل الجسم على سرعة استعادة الاستقرار التجانسى، ويعتبر النشاط البدنى من العوامل ذات التأثير الواضح على حالة الاستقرار التجانسى بما يحتاج إليه الجسم من تغيرات فسيولوجية لزيادة إنتاج الطاقة وما ينتج عن ذلك من زيادة حرارة الجسم ومخلفات الطاقة من ثانى أكسيد الكربون والأحماض، وفى فسيولوجيا الرياضة نستخدم مصطلح مقابل لهذا المصطلح يسمى «الحالة الثابتة Steady State» تعبيرا عن حالة استقرار عمل أجهزة الجسم تحت تأثير الحمل البدنى، وبهذا المفهوم فإن الاستقرار التجانسى هو حالة ثبات عمل أجهزة الجسم النسبى فى الظروف العادية بينما الحالة الثابته هى حالة ثبات عمل أجهزة الجسم تحت تأثير الحمل البدنى بمعنى حدوث التوازن بين متطلبات الجسم لأداء النشاط البدنى ومدى استجابات الجسم لتحقيق هذه المتطلبات، ومثال على ذلك عند أداء النشاط البدنى ترتفع درجة حرارة الجسم فى حدود معينة بعد ٦ دقائق من العمل البدنى، ولكنها تظل ثابته بعد ذلك حتى لو استمر العمل البدنى أكثر من ساعة.

يتميز الجسم البشرى بوجود مئات من نظم التحكم فى الوظائف المختلفة للمحافظة النسبية على ثبات حالة الجسم، ومعظم هذه النظم داخل الخلية نفسها لتنظيم نشاط الخلية فى تكسير وبناء البروتين وإنتاج الطاقة والحفاظ على قدر مناسب من المواد الغذائية، وتقوم معظم أعضاء الجسم أيضا بدورها فى الحفاظ على الاستقرار التجانسى ومثال ذلك ما تقوم به الرئتان والجهاز الدورى فى تخليص الجسم من ثانى أكسيد الكربون من سائل خارج الخلايا وتوفير الأكسجين، كما يقوم الجسم بإفراز العرق عند التدريب فى الجو الحار للتخلص من الحرارة الزائدة والحفاظ على ثبات نسبى لدرجة حرارة الجسم، وكذلك معادلة الأحماض الزائدة فى الدم تحت تأثير الجهد البدنى وغيرها من العمليات الفسيولوجية التى تتعاون جميعها لتحقيق الاستقرار التجانسى.

التغذية الراجعة السالبة Negative Feedback

يقصد بالتغذية الراجعة السالبة: تدفق المعلومات التى ترد من أجهزة الجسم المختلفة إلى الجهاز العصبى لكى تتم عمليات الضبط والتحكم الفسيولوجى فى الوظائف سواء بالزيادة أو بالتقليل نتيجة وصول معلومات عن نتائج ما تم لتحقيق التجانس، وبذلك فالتغذية هنا يقصد بها إمداد بالمعلومات الراجعة أى العائدة من أجهزة الجسم والسالبة أى غير الموجبة أو عكس الموجبة التى تحمل أوامر بالعمل للأجهزة. وأبسط مثال يوضح ذلك هو عندما يزيد ثانى أكسيد الكربون فى الدم نتيجة العمل العضلى يقوم الدم بتنبيه مراكز التنفس فى المخ التى تقوم بدورها بإرسال

إشارات عصبية تحمل أوامر للجهاز التنفسى ليزيد معدل التنفس لتخليص الدم من زيادة ثانى أكسيد الكربون، وتظهر مثل هذه الأمثلة بوضوح عند زيادة مستوى السكر فى الدم فيتم إفراز هرمون الإنسولين لتخزين الزائد منه على شكل جليكوچين فى العضلات والكبد، والعكس صحيح، فحينما ينقص الجلوكوز فى الدم يقوم هرمون الجلوكاجون بالعمل على تكسير جليكوچين الكبد وتحويله إلى الدم لتعويض ما ينقص والحفاظ على ثبات مستوى السكر فى الدم، وكذلك بالنسبة للحفاظ على ثبات درجة حرارة الجسم حيث تنبه الغدد العرقية بالسطح الخارجى للجسم لإفراز العرق الذى يقوم بدوره بالتبخر وتبريد الجسم للتخلص من الحرارة الزائدة والعكس فى حالة البرودة فتغلق الشعيرات الدموية السطحية وتنقبض العضلات لإنتاج طاقة حرارية تعوض الفاقد من الحرارة وتحافظ على ثبات درجة حرارة الجسم، كما يحافظ الجسم على ثبات السوائل فإذا فقد البعض منها لا تستقر حالة الجسم ما لم يعوض هذه السوائل المفقودة فهى تحافظ على مستوى تركيز المواد فى السوائل المختلفة للجسم؛ لذلك من الخطأ تعريض الجسم للجفاف بمنع تناول الماء أثناء التدريب فى الجو الحار أو منع تبخر العرق باستخدام البدل المطاط بقصد زيادة العرق وإنقاص الوزن السريع، ويرجع كل ذلك إلى خلل فى الاستقرار الوظيفى يعيق عمليات التغذية الراجعة السالبة.

ملخص

* يعتبر فهم الأسس الكيميائية من أهم المقومات الأساسية لفهم كثير من العمليات الفسيولوچية، فلا يمكن أن يكون الفهم لعمليات تشكيل الطاقة فى الجسم كاملا دون فهم هذه الأسس الكيميائية.

* الكيمياء هو علم دراسة بناء وتركيب المادة والتى تعتبر الأساس فى بناء الجسم البشرى وتكون فى شكل مصمتات وسوائل وغازات.

* تحتوى معظم الجزيئات فى فسيولوچيا الإنسان على ثلاثة عناصر عامة هى الكربون والهدروچين والأكسچين، وتسمى الجزيئات التى تحتوى على الكربون الجزيئات العضوية Organic Molecules لأنها تتفرع من المصادر النباتية والحيوانية.

* الجزيئات الحيوية Biomolecules هى الكربوهيدرات والليبيدات والبروتينات والنيكلوتيدات، ويستخدم الجسم الجزيئات الثلاثة الأولى كمصادر للطاقة فى الخلية، بينما النوع الرابع وهو النيكلوتيدات Nucleotides يحتوى على حامضى DNA , RNA وهى المكونات البنائية للچينات، وكذلك المركبات التى تحمل الطاقة مثل ATP وAMP.

* pH لقياس تركيز الهدروچين فى السوائل، وهو مقياس كمى للحمضنة أو القلوية للمحلول، وهو يرجع بصفة خاصة إلى تركيز البروتونات أو الهدروچين، وهو مقياس لوغاريتمى بمعنى أن أى تغيير فى قيمة pH لوحة واحدة يعنى أن مقدار التغيير يبلغ ١٠٠ مرة ضعف التركيز لأيون الهدروچين ويعبر عنه اختصارا بقيم تتراوح ما بين +١ إلى +١٤.

* تتغير قيم pH بدرجات طفيفة وعلى سبيل المثال يميل الدم إلى القلوية ٧,٤ وتحت التأثيرات المختلفة يمكن أن تتغير قيم pH بدرجات طفيفة حتى ٧ فى الاتجاه الحمضى.

* يرتبط مقياس pH بكثير من العمليات الحيوية الكيميائية فى الجسم، حيث لا تحدث هذه العمليات إلا فى مستوى معين من قيم pH ولا تنشط هذه العمليات فى حالة تغير هذا المقياس وعلى سبيل نشاط الإنزيمات، حيث تنشط بعض الإنزيمات فى أوساط حمضية ويقل نشاطها فى الأوساط القلوية.

* يستخدم مصطلح المنظمات الحيوية Buffers لوصف التفاعلات الكيميائية التى تقلل تغيرات تركيز الهدروچين إلى الحد الأدنى، وهى تعتبر العامل الأساسى للحفاظ على اعتيادية مقياس pH والمنظم الحيوى هو أى جزىء يساعد على الوقاية من تغيرات pH، والذى يحدث فى الجسم نتيجة لزيادة تركيز الهدروچين ويعرف ذلك بالحمضنة Acidosis.

* تؤدى التدريبات عالية الشدة إلى إنتاج كميات كبيرة من حامض اللاكتيك كمخلفات الطاقة اللاهوائية والتى تغادر العضلات إلى مجرى الدم ويلاحظ أن العلاقة بين pH الدم وحامض اللاكتيك كلما زادت شدة التدريب يزداد تركيز حامض اللاكتيك فى الدم وحتى يصل pH الدم إلى ٦,٨ وهى نقطة الإجهاد البدنى.

* تعتبر الإنزيمات عوامل مساعدة تعمل على زيادة سرعة التفاعلات الكيميائية الحيوية من ١٠ أس ٦ إلى ١٠ أس ١٢ مقارنة بسرعة التفاعلات فى حالة عدم وجود عوامل مساعدة، وتعتبر هى المحرك الحقيقى لجميع العمليات الحيوية، ويمكن أن تحتوى الخلية على ما يصل إلى ١٠٠٠ إنزيم كل منها له وظيفة خاصة، ولا تحدث الإنزيمات تفاعلات جديدة ولكنها فقط تقوم بمجرد الإسراع من التفاعلات الموجودة.

* لا تنشط بعض الإنزيمات إلا فى حالة وجود مواد تسمى مرفقات الإنزيمات Coenzymes وهى مركبات غير بروتينية تسهل تفاعل الإنزيم وتقل خصوصيتها عن الإنزيمات حيث يمكن أن تتفاعل مع عدة تفاعلات مختلفة.

* يتطلب فهم العمليات الفسيولوجية المختلفة الفهم الدقيق لمستويات تركيب الجسم بداية من مستوى الذرة، ثم الجزيئات ثم الخلية ثم النسيج، ثم العضو ومجموعة الأعضاء التى تشكل الجهاز ثم مجموعة الأجهزة التى تكون الجسم ككل.

* بالرغم من أن الخلية الواحدة تحمل كل مقومات الحياة إلا أنها لا تستطيع وحدها أن تقوم بكل العمليات الفسيولوجية للجسم البشرى ويتم ذلك بناء على تجمع الخلايا معا لتشكل ما يسمى بالنسيج وتسمى دراسة الأنسجة بالهيستولوجى Histology وتختلف طبيعة بناء الأنسجة ما بين أنسجة بسيطة تتكون من نوع واحد من الخلايا إلى أنسجة مركبة تتكون من أنواع كثيرة من الخلايا.

* يتكون أى عضو من أعضاء الجسم من مجموعة أنسجة مختلفة تختص بأداء وظيفة معينة فى الجسم وعلى سبيل المثال يعتبر الجلد أحد أعضاء الجسم ويشكل حوالى ١٦٪ من وزن جسم الشخص البالغ ويغطى مساحة ما بين ١,٢ إلى ٢,٣ متر مربع، وتقوم كل مجموعة من الأعضاء بتكوين أحد أجهزة الجسم التى يتكون منها الجسم ككل وبذلك يتكون الجسم من أحد عشر جهازا.

* مشروع الخريطة الوراثية للإنسان هذا الاكتشاف أثار كثيرا من القضايا الهامة سواء على مستوى الرياضة بهدف الصحة والوقاية من الأمراض المختلفة أو على مستوى الرياضة التنافسية وتغلغل عصر الاحتراف الرياضى ومدى إمكانية الاستغلال السيئ للهندسة الوراثية والتعديل الچينى، وفى نفس الوقت يمكن الاستفادة تطبيقيا من هذا المشروع فى مجال الانتقاء للرياضيين الموهوبين والعلاج الچينى.

* يعمل الجسم دائما على ثبات حالته وبيئته الداخلية بصفة مستمرة وفى سبيل ذلك تعمل كثير من الآليات بالجسم مثل ثبات درجة حرارة الجسم، ففى حالة ارتفاع درجة حرارة الجو فإن درجة حرارة الجسم تظل ثابتة، وهناك عمليات فسيولوچية كثيرة تعمل على التخلص من الحرارة الزائدة، وكذلك عند زيادة الحرارة الناتجة من تأثير المجهود البدنى، وعكس ذلك إذا ما تواجد الفرد فى بيئة باردة يعمل الجسم على ألا يفقد حرارته وتقوم كثير من العمليات الفسيولوچية بالحفاظ على ثبات درجة حرارة الجسم وإنتاج طاقة حرارية

تعــوض ما يمكن أن يفــقده الجــسم، ويتكرر ذلك فى جميع حالات الجسم.

* ويعتبر النشاط البــدنى من العوامل ذات التأثير الواضح على حــالة الاستــقرار التجــانسى بما يحتــاج إليه الجــسم من تغيرات فــسيــولوچية لزيادة إنتاج الطاقة وما ينتج عن ذلك من زيادة حرارة الجسم ومخلفات الطاقة من ثانى أكسيد الكربون والأحماض، وفى فسيولوچيا الرياضة نستخدم مصطلح مــقابل لهذا المصطلح يسمى «الحالة الثابتة Steady State» تعبيرا عن حالة استقرار عمل أجــهزة الجسم تحت تأثير الحمل البدنى، وبهذا المفهوم فإن الاستقرار التجانسى هى حالة ثبات عمل أجــهزة الجسم النسبى فى الظروف العادية، بينما الحــالة الثابتة هى حالة ثبات عــمل أجهــزة الجسم تحت تأثيــر الحمل البــدنى بمعنى حــدوث التوازن بين مــتطلبــات الجسم لأداء النشــاط البدنى ومدى استــجابات الجسم لتحقيق هذه المتطلبات.

* يقــصــد بالتــغذية الــراجعــة الســالبــة: تدفق المعلومات التى ترد من أجهــزة الجسم المختلفة إلى الجهــاز العصبى لكى تتم عمليــات الضبط والتــحكم الفســيولوچى فى الوظائف ســواء بالزيادة أو بالنقص نتيجة وصول معلومات عن نتائج ما تم من عــمليات فسيولوچية لتــحقيق التــجــانس وبذلك فــالتــغــذية هنا هى إمــداد بالمعلومــات الراجعــة أى العــائدة من أجهــزة الجــسم والسالبــة أى غيــر الموجبــة أو عكس الموجبة التى تحمل أوامر بالعمل للأجهزة.

أسئلة للمراجعة

١- ما هى أهمية دراسة الأسس الكيميائية لدارسى فسيولوچيا التدريب والرياضة؟

٢- وضح الفرق بين كل مما يأتى :

المادة Matter - الكتلة Mass - الوزن Weight - الكثافة Density.

٣- مم تتكون الذرة؟

٤- وضح معنى تفاعل التحلل بالماء ؟

٥- ما الفرق بين تفاعل الأكسدة وتفاعل الاختزال ؟

٦- وضح دور NAD وFAD كعاملى أكسدة فى الطاقة الحيوية ؟

٧- ما هو مفهوم الحامض والقلوى ومقياس pH Scale؟

٨- المحلول الذى يحتوى على هيدروكسيل (OH-) أكثر من الهدروچين (H) يكون مقياس pH له أعلى من الرقم ٧ ويسمى محلول...............

٩- المحلول الذى يحتوى على الهدروچين (H) أكثر من الهيدروكسيل (-OH) يكون مقياس pH له أقل من الرقم ٧...............

١٠- الماء يعتبر محلولا......... حيث تبلغ قيمة pH له ٧ نظرا لأنه يحتوى على الهدروچين (H) معادلا للهيدروكسيل (-OH)

١١- ما هى قيم pH لكل من الدم الشريانى فى الراحة - الدم الوريدى فى الراحة - العضلة - العرق - البول.

١٢- ما هو المنظم الحيوى وما هى أنواع المنظمات الحيوية ؟

١٣- ما هى الإنزيمات وما هو دورها فى التفاعلات الكيميائية بالجسم ؟

١٤- ما هى المكونات الأساسية للخلية ؟

١٥- ما هو دور الميتوكوندريا فى الخلية ؟

١٦- ما هى سلبيات وإيجابيات اكتشاف الخريطة الوراثية فى المجال الرياضى ؟

١٧- كيف يتحكم الجسم فى بيئته الداخلية أثناء النشاط البدنى ؟

١٨- ما هو مفهوم الاستقرار التجانسى وتطبيقاته فى المجال الرياضى؟

١٩- ما هو دور التغذية الراجعة السالبة للحفاظ على ثبات البيئة الداخلية للجسم ؟

المفردات GLOSSARY

الحامض **Acid**

هو أى مادة تتحلل فى المحلول لتعطى أيونات الهدروچين، وللحامض مذاق حمضى، ويغير لون ورقة عباد الشمس إلى اللون الأحمر، ويتفاعل مع القلويات أو القاعديات ليكون الأملاح ويحرر الهدروچين من بعض المعدنيات.

الذرة **Atom**

تتكون جميع العناصر من جسيمات صغيرة تسمى الذرات، وتعتبر الذرة أصغر جسيم فى المادة وهى: تتكون من ثلاثة جسيمات صغيرة وهى البروتونات Protons والنترونات Neutrons والإلكترونات Electrons، ويمكن التمييز بين الجسيمات الثلاثة عن طريق الاختلاف فى الشحنات الكهربائية والكتلة.

الكتلة الذرية **Atomic Mass**

وتحسب بجمع كتلة البروتونات والنترونات فى الذرة الواحدة مثال ذرة الكربون الواحدة بها ٦ بروتونات + ٦ نترونات = ١٢ .amu كتلة ذرية.

العدد الذرى **Atomic Number**

تختلف الذرات المكونة لكل عنصر تبعا لاختلاف عدد البروتونات فى النواة، ومثال لذلك أن أخف عنصر هو الهدروچين وله بروتون واحد فى النواة، بينما أثقل عنصر هو الميتنيريوم Meitnerium حيث تحتوى النواة على ١٠٩ بروتون.

القلوى أو القاعدى **Base**

القاعدى أو القلوى Base هو أية مادة تشكل أيونات الهيدروكسيل OH- فى المحاليل المائية، له مذاق مر وملمس زلق ويغير لون ورقة عباد الشمس إلى اللون الأزرق، ويتفاعل مع الأحماض ليشكل الأملاح.

الجزيئات الحيوية **Biomolecules**

تحتوى معظم الجزيئات فى فسيولوچيا الإنسان على ثلاثة عناصر عامة هى: الكربون والهدروچين والأكسچين، وتسمى الجزيئات التى تحتوى على الكربون الجزيئات العضوية Organic Molecules لأنها تتفرع من المصادر النباتية والحيوانية، وما يرتبط منها بالأجسام الحية يسمى الجزيئات الحيوية Biomolecules.

المنظمات الحيوية **Buffers**

يستخدم مصطلح المنظمات الحيوية Buffers لوصف التفاعلات الكيميائية التى تقلل تغيرات تركيز الهدروچين إلى الحد الأدنى.

الخلية **Cell**

تعتبر الخلية أصغر وحدة وظيفية بنائية فى الجسم، وهى الوحدة الأساسية للحياة.

غشاء الخلية **Cell Membrane**

هو غشاء شبه منفذ مسئول عن امتصاص وإزالة الماء وبعض الأيونات والجزيئات العضوية.

مرفقات الإنزيمات **Coenzymes**

لا تنشط بعض الإنزيمات إلا فى حالة وجود مواد تسمى مرفقات الإنزيمات Coenzymes وهى مركبات غير بروتينية تسهل تفاعل الإنزيم.

تفاعل التكثيف **Condensation Reaction**

تفاعل التكثيف هو تفاعل يحدث فى الاتجاه العكسى للتحلل المائى، ومن خلال هذه العمليات يمكن بناء Anabolic مكونات المواد الغذائية معا لتكوين جزىء أكثر تعقيدا.

السيتوبلازم **Cytoplasm**

ويسمى الساركوبلازم Sarcoplasm فى الخلية العضلية وهو السائل البروتينى للخلية بين النواة وغشاء الخلية، ويتألف فى غالبيته من الماء الذى يحتوى على باقى مكونات الخلية.

الكثافة **Density**

وهى العلاقة بين الكتلة والحجم وعبر عنها بالمعادلة :

الكثافة = الكتلة ÷ الحجم وتقاس بالوزن منسوبا إلى الحجم مثل (جرام لكل سم مكعب).

العناصر **Elements**

العنصر هو ذرات تكتسب أو تفقد بروتونات ويتكون العنصر من اتحاد الذرات معا ويوجد فى الطبيعة حوالى ١٠٠ عنصر.

الإنزيمات **Enzymes**

كلمة إنزيم تعنى باللغة اليونانية «فى الخميرة In yeast»، وتعتبر الإنزيمات عوامل مساعدة تعمل على زيادة سرعة التفاعلات الكيميائية الحيوية.

المتكافئات **Equivalents**

يعبر أحيانا عن تركيز الأيونات بمصطلح المتكافئات لكل لتر بدلا من المول لكل لتر.

الوزن الجزيئى الجرامى **Gram molecular Weight**
أو التركيز الجزيئى الجرامى : **Molarity**

ويعنى ذلك عدد جزيئات المادة المذابة ويعبر عنها بعدد المول (Moles mol) ويساوى المول الواحد٦٠٦٢ × ١٠^٢٣.

الاستقرار التجانسى **Homeostasis**

حالة احتفاظ أو ثبات بيئة الجسم الداخلية بدون تغيير.

الخريطة الوراثية للإنسان

Human Genome

الجينوم البشرى أو ما يعرف أيضا بشيفرة الحياة، أو الخريطة الوراثية للإنسان.

تفاعلات التحلل بالماء **Hydrolysis Reactions**

التحلل بالماء هى عملية أساسية تتحلل أو تتهدم من خلالها مركبات الجزيئات العضوية.

الأيونات **Ions**

عندما تكتسب أو تفقد الذرة أو الجزىء واحد أو أكثر من الإلكترونات يطلق عليها الأيون Ion.

النظائر **Isotopes**

النظائر هى عبارة عن ذرات تفقد أو تكتسب نترونات، وهى عبارة عن عناصر تتكون

من ذرات ذات أعداد مختلفة للنترونات بالنواة ولها نشاط إشعاعى لأنها تصدر طاقة إشعاع تسمى Radiation وتستخدم فى المجال الطبى فى عمليات التشخيص والعلاج.

الكتلة **Mass**

هى شىء تدركه الحواس ويمكن أن يقاس عن طريق مقدار القصور الذاتى Inertia (مقاومة الجسم لتغيير حالته من السكون إلى الحركة ومن الحركة إلى السكون) أو مقاومة هذا الجسم للتسرع، وتظل الكتلة ثابتة سواء غمرت فى الماء أو وضعت فى مكان حيث لا تتأثر بالجاذبية الأرضية، وكلما زاد حجم الكتلة زاد قصورها الذاتى وقل تغير وضعها عند تعرضها لجهد يعمل على محاولة تغيير وضعها.

المادة **Matter**

تعرف المادة بأنها تتركب من ذرات أو جزيئات أو خليط من كليهما، وهى تحتل فراغا ولها كتلة، وتعتبر جميع المواد البيولوجية بالجسم مادة ولكل منها كتلتها.

الميتوكوندريا **Mitocondria**

وتسمى الواحدة منها ميتوكوندريون Mitochondrion أو بيت الطاقة Powerhouse للخلية وتسمى المجموعة منها ميتوكوندريا Mitochondria حيث يتم بداخلها تحويل المواد الغذائية إلى طاقة لما تحتويه من إنزيمات وأكسجين، وهى تنتج معظم مقدار المركب الكيميائى الغنى بالطاقة أدينوسين تراى فوسفات ATP.

المخالط **Mixtures**

تعتبر معظم المواد مخالط من مختلف المركبات الكيميائية، وتتكون المخالط عندما تتحد مادتان أو أكثر فيزيائيا من المواد المختلفة.

الجزيئات والروابط **Molecules and Bonds**

يعتبر انتقال الإلكترون هو الجزء الهام لتشكيل الروابط، أو للربط بين الذرات، وعندما ترتبط ذرتان أو أكثر تتشكل وحدة تسمى الجزىء، ومن هذه الجزيئات الأكسجين والنتروجين.

التغذية الراجعة السالبة

Negative Feedback

يقصد بالتغذية الراجعة السالبة تدفق المعلومات التى ترد من أجهزة الجسم المختلفة إلى الجهاز العصبى لكى تتم عمليات الضبط والتحكم الفسيولوچى فى الوظائف سواء بالزيادة أو بالتقليل.

النواة **Nucleus**

هى أكبر جسم داخل الخلية، وهى عبارة عن جسم مستدير داخل الخلية يحتوى على المكونات الخلوية الوراثية (الچينية) والتى تقوم ببناء البروتينات وتقوم النواة بتنظيم كثير من وظائف الخلية.

تفاعلات الأكسدة والاختزال

Oxidation and Reduction Reactions

تفاعل الأكسدة يحدث عندما يفقد الجزىء إلكترونات، وعلى العكس من ذلك فإن تفاعل الاختزال يحدث عندما يكتسب الجزىء

إلكترونات، وهما تفاعلان مرتبطان ببعضهما بمعنى أن الجزىء لا يختزل إلا عندما يتأكسد جزىء آخر أولا؛ لذلك تسمى هذه التفاعلات معا اسما واحدا مختصرا لكلا التفاعليين وهو Redox Reactions.

التركيز الحمض - القلوى pH

يعتبر أيون الهدروچين أحد الأيونات المذابة الهامة فى الجسم، حيث يحدد تركيزه فى سوائل الجسم حمضية الجسم، ويأتى أيون الهدروچين إلى سوائل الجسم من عدة مصادر.

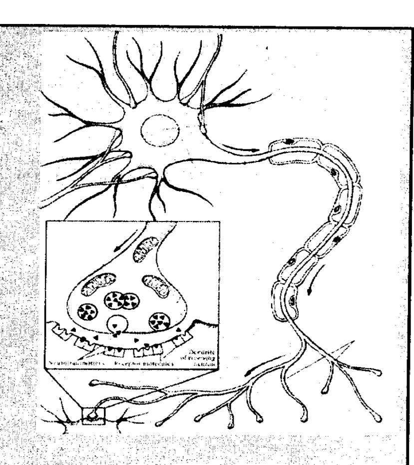
المحاليل والمواد المذابة Solutions and Solutes

المادة المذابة Solute هى المادة التى تذوب فى السائل، ويسمى السائل الذى تذوب فيه المادة «المذيب Solvent»، ويطلق اسم المحلول Solutionعلى كل هذه التركيبة التى تشمل المادة المذابة والمذيب.

الوزن Weight

يرتبط الوزن عادة بالكتلة غير أنه ليس مشابها لها، فوزن أى شىء هو عبارة عن كتلة هذا الشىء ومقدار قوة الجاذبية الأرضية التى تقع عليه، ويتغير الوزن تبعا لتغير المجال المغناطيسى بينما لا تتغير الكتلة.





الباب الثانى

التحكم فى وظائف الجسم

* الفصل الثالث :

الجهاز العصبى

* الفصل الرابع :

الغدد الصماء والهرمونات



الفصل الثالث

الجهاز العصبى

The Nervous System

- الخلية العصبية
- الجهاز العصبى المركزى
- الجهاز العصبى الطرفى
- الجهاز العصبى الذاتى
- التعب المركزى Central Fatigue

يهدف هذا الفصل إلى:

- التعرف على تكوين الجهاز العصبى وأهم وظائفه العامة والخاصة أثناء النشاط البدنى.
- التعرف على الخلايا العصبية وأنواعها ووظائفها.
- التعرف على دور المخ والنخاع الشوكى أثناء النشاط البدنى.
- التعرف على دور المخ فى التعلم الحركى والحالة النفسية للرياضى.
- التعرف على الأفعال المنعكسة فى الحركات الرياضية.
- التعرف على دور الجهاز العصبى فى التحكم الحركى للقوة والسرعة وحركة الجسم فى الفراغ المحيط.
- التعرف على الوحدة الحركية وأنواعها وأسلوب عملها.
- التعرف على أعضاء الإحساس الحركى فى العضلات والأوتار والمفاصل.
- التعرف على التعب المركزى وأسبابه وكيفية مقاومته فى المجال الرياضى.

يتكون الجهاز العصبى من مجموعة كبيرة من الخلايا تعد بالملايين، ولكنها خلايا عصبية ذات طبيعة خاصة حيث تتميز بقدرتها على الاستثارة وتوصيل الإشارة العصبية من جهة إلى أخرى، وتتجمع بعض هذه الخلايا لتكون ما يسمى بالمراكز العصبية التى تستقبل الإشارات العصبية الحسية من جميع أجزاء الجسم لتقوم بدورها بإصدار الإشارات العصبية الحركية، ومن هذه المراكز العصبية المترابطة يتكون الجهاز العصبى، وهو يقوم بوظيفته فى الهيمنة والسيطرة على جميع أجزاء الجسم، وهو المسئول عن أى حركة تصدر عن الجسم بدءًا من حركة العين حتى العضلات الكبيرة، وبطبيعة الأمر فإن الجهاز العصبى يلعب دورا كبيرا فى الأداء الرياضى فى كافة الظروف والمستويات، سواء فى مرحلة تعلم المهارات الحركية أو عند ممارسة الرياضة بهدف الصحة أو بهدف المنافسة:

* هو المسئول عن كل عمليات التعلم الحركى وتقوم الذاكرة بحفظ طريقة الأداء الحركى.
* التحكم فى دقة الأداء الحركى من حيث القوة والسرعة وتحديد الاتجاهات لحركة الجسم ككل أو لأجزائه.
* يسيطر على الحركات التوافقية من خلال تنسيق التوافق بين الوحدات الحركية بالعضلة ذاتها وكذا بين المجموعات العضلية.
* يلعب دورا هاما فى العمليات النفسية الانفعالية كالخوف والغضب المصاحبة للنشاط الرياضى.
* تحسن الصحة النفسية من خلال تحسن الحالة المزاجية عند ممارسة الرياضة المعتدلة بهدف الصحة.
* هو المسئول عن الحركات التى تتطلب توازنا ورشاقة ودقة فى الأداء.
* مسئول عن ردود الأفعال الانعكاسية.
* يلعب دورا رئيسيا فى أنشطة القوة والسرعة.
* هو المسئول عن نمو القوة لدى الأطفال والإناث وفى الفترة الأولى لبرامج تنمية القوة.
* التحكم فى الإيقاع الحيوى لعمل أجهزة الجسم وتوقيتات النشاط والراحة.
* التأقلم مع الظروف البيئية الخارجية، مثل التدريب فى المرتفعات والجو البارد والجو الحار وتغير التوقيت الزمنى.

الخلية العصبية The Neuron

تعتبر الخلية العصبية الوحدة الوظيفية والبنائية للجهاز العصبى، وهى تلعب الدور الرئيسى لتحقيق الوظائف الأساسية للجهاز العصبى أثناء الممارسة الرياضية حيث:

* تساهم فى تحقيق صفة السرعة فى الأداء من خلال سرعة سريان الإشارة العصبية خلال الخلية العصبية وانتقالها إلى الخلايا الأخرى.
* تحتاج بصفة مستمرة إلى توفير الغذاء لها أثناء الأداء ومعظمه من سكر الجلوكوز؛ لذا يعمل الدم على الحفاظ

على مستوى السكر حتى لا ينقص عن حـــدود مـــعـــينة وإلا نتـج عن ذلك الإغماء.

* إمكانيـــة حـــدوث التـعب فـــى أمـــاكن الاتصال بين الخــلايا وبعضهـا البعض، أو بين الخلية العـصبيـة والخلية العضلية أو نتيـجة اختلال الحالة الفيزيائية للعضلة نتـيجة اختلال التــوزيـع النســبى للـصــوديوم والبوتاسـيوم حول جـدار الخلية العصبية.

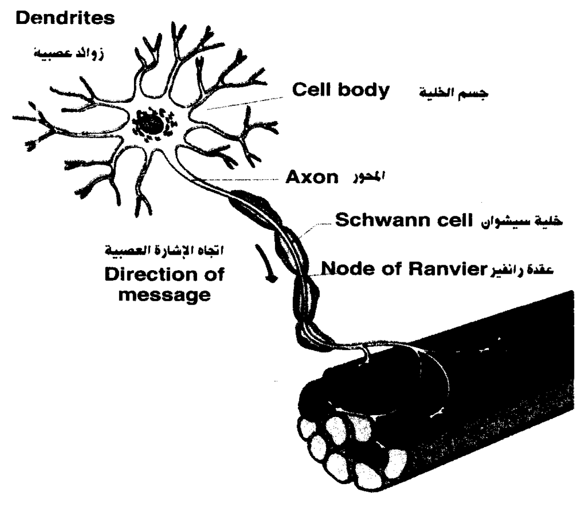
لذلك فإن فهم طبيـعة وظيفة الخلية العـصبيـة يساعـد فى فـهم الكثيـر من العمليات العصبيـة التى نسمع عنها، مثل الإشارة العـصبية سـواء كانت حركـية أو حسـية، وكـيف تنتقل الإشارة العـصبـية لنقل الأوامـر أو المعلومات من خليـة إلى أخرى أو للعضلات.

تتكون الخليـة العـصبـيـة من ثلاثة أقسام هى:

١- جسم الخليـة أو سوما The cell Body or soma, ويحـتوى على النواة التى تقـوم بإدارة وظائف الخلية.

٢- النتـوءات The Dendrites وتحـتـوى معظم الخلايا على العـديد من هذه النتوءات التى تعمل وظيـفة المستـقبلات حيث تسـتقبل جـميع الإشارات العصبية الحسية الواردة إلى الخلية.

٣- المحور Axon وكل خليـة لهـا محـور واحد وهو يقوم بتـوصيل الإشارات العصـبية من جسم الخلـية إلى الخلايا الأخـرى ويتفـرع المحور قبل نهايته إلى عدد من الأفرع Axon Terminals وينتــهى كل فرع من هــذه الأفرع بعــقدة مـدورة تحـتـوى على كـثيـر من البـثـور المملوءة بالمواد الكيـمـيائيـة التى تسـمى الناقـلات العـصـبيـة Neurotransmitters.



شكل (٩)
الخلية العصبية الحركية والألياف العضلية المتصلة بها (الوحدة الحركية)

أنواع الخلايا

تنقسم الخلايا العصبيـة من الناحية الوظيفية إلى ثلاثة أنواع هى:

١- الخلايا العصبية الموردة (الحسية)

Sensory Neurons

وهى تنقل المعلومـات من البيـئة الداخلـية والخارجـية للجسم إلى الجـهاز العصـبى وتشمل معلومات عن الحرارة والضغط والضوء وغيره.

٢- الخلايا العصبية المصدرة (الحركية)

Motor Neurons

وهى الخلايا التى تصدر الأوامر من الجهاز العصبى إلى جميع أعضاء الجسم.

٣- الخلايا العصبية الداخلية Inter Neurons

وهى الخلايا الداخلية التى تقوم بدور الربط بين الخلايا العصبية الموردة (الحسية) و الخلايا العصبية المصدرة (الحركية) وهى تعمل على المستوى الأفقى ولها القدرة على الاتصال بأكثر من خلية واحدة نظرا لتعدد محاورها.

التمثيل الغذائى للخلية العصبية:

تعتبر الخلية العصبية الوحدة الوظيفية للجهاز العصبى، وتعتمد فى القيام بوظيفتها على عمليات التمثيل الغذائى التى تتميز بالسرعة وزيادة الاستهلاك النسبى لكل من الأكسچين والجلوكوز بشكل أساسى، ففى وقت الراحة يصل استهلاك المخ من الأكسچين إلى ٢٥٪ من استهلاك الأكسچين الكلى بالجسم فى الوقت الذى يمثل فيه المخ مقدار ٢٪ من حجم الجسم الكلى ويحتاج الأطفال إلى حوالى ٥٠٪ من الأكسچين الكلى للجسم، ولا يستطيع الجهاز العصبى أن يعمل بدون الأكسچين ولو لفترات قصيرة فيكفى أن يؤدى نقص الأكسچين عن الجهاز العصبى إلى حدوث تغيرات غير طيبة تظهر أعراضها على النخاع الشوكى بعد ٢٠-٣٠ دقيقة وبعد ١٥-٢٠ دقيقة تظهر فى المخ وبعد ٥-٦ دقائق تظهر فى قشرة المخ، وهذا يمكن أن يكون تفسيرا لما يلاحظ من الخلل الذى يحدث فى الجهاز العصبى لدى الرياضيين عند بداية التدريب فى المرتفعات، ويعتبر الجلوكوز هو المصدر الرئيسى للمخ ويحتاج مخ الإنسان إلى حوالى ١١٥ جراما من سكر الجلوكوز خلال ٢٤ ساعة ويحصل الجهاز العصبى على حاجته من الجلوكوز من الدم؛ ولذلك ومن المعروف أن الدم يحافظ دائما على نسبة تركيز السكر فى حدود معينة حتى يتوافر للجهاز العصبى ما يحتاجه من أى نقص واضح عن هذه الحدود فى الدم يؤدى إلى خلل فى الجهاز العصبى وسرعة التعب والإغماء.

الإشارة العصبية The Nerve Impulse

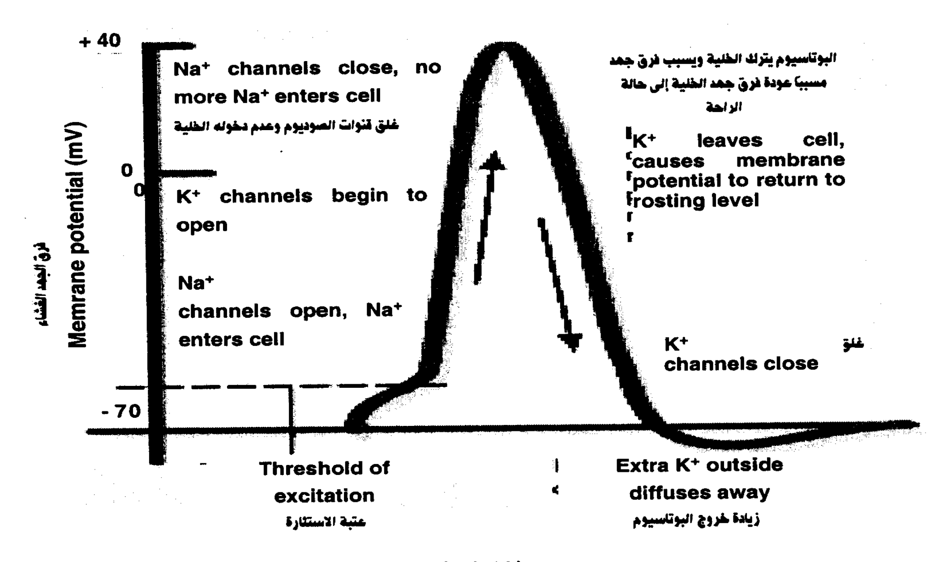
الإشارة العصبية هى شحنة كهربائية تنتقل من خلية عصبية إلى أخرى حتى تصل إلى العضو المطلوب توصيلها إليه من أعضاء الجسم مثل انتقال الإشارة العصبية إلى مجموعة عضلية معينة وهى تشبه فى ذلك انتقال التيار الكهربائى خلال السلك الكهربائى لتشغيل أحد الأجهزة المنزلية مثلا، ويرجع ذلك إلى وجود فرق فى الجهد الكهربائى بين داخل وخارج الخلية العصبية نتيجة اختلاف توزيع أيونات االصوديوم والبوتاسيوم حول غشاء الخلية، وسوف نوضح فيما يلى كيف تتولد الإشارة العصبية وكيف تنتقل داخل الخلية ومن خلية إلى أخرى.

فرق الجهد الكهربائى للغشاء فى حالة الراحة

Resting Membrane Potential

يبلغ فرق الجهد الكهربائى لغشاء الخلية العصبية فى حالة عدم الاستثارة أو انتقال الإشارة

العصبية حوالى - ٧٠ مللى ڤولت بالسالب، ويرجع ذلك إلى زيادة تركيز أيون البوتاسيوم الموجب الشحنة (K +) داخل الخلية والعكس زيادة تركيز أيون الصوديوم الموجب الشحنة أيضا (Na+) خارج الخلية غير أن ذلك يرجع إلى أن نشاط ضخ الصوديوم - بوتاسيوم تخرج الصوديوم من داخل الخلية إلى الخارج، وبينما تسحب البوتاسيوم إلى داخل الخلية، وهذه العملية لا تتم بشكل متساو بين كلا الأيونين حيث يتم خروج عدد ثلاثة أيونات صوديوم إلى خارج الخلية مقابل دخول عدد اثنين أيون بوتاسيوم داخل الخلية، كما أن غشاء الخلية أكثر نفاذية لأيونات البوتاسيوم من أيونات الصوديوم مما يسمح لأيونات البوتاسيوم بحرية الحركة فى الدخول والخروج من الخلية عكس أيونات الصوديوم التى لا تكون لها هذه الحرية فى الحركة مما يجعلها أكثر تركيزا خارج الخلية، والنتيجة النهائية لذلك هى زيادة وجود أيونات موجبة خارج سطح الخلية مما يجعلها تحمل شحنة موجبة أكثر من داخل الخلية، حيث يختلف الأمر حينما تكون نسبة تركيز أيونات البوتاسيوم قليلة مع زيادة وجود أيونات ذات شحنة سالبة مثل الكلورين مما يغلب الشحنة السالبة فيصبح داخل جدار الخلية سالب الشحنة وبفارق - ٧٠ مللى ڤولت، وهكذا مادام هناك فرق جهد كهربائى بهذا الشكل تصبح الخلية فى حالة استقطاب Polarization.



شكل (١٠)
فرق جهد الحركة

فرق جهد الحركة Action Potential

تبقى الخلية فى حالة استقطاب ما لم تتأثر بأى مثير وفى حالة الخلية العصبية يكون المثير هو انتقال الإشارة العصبية إليها عن طريق الناقل العصبى فى شكله الكيمائى فيؤدى إلى تغير حالة الخلية العصبية من حالة الراحة أو الاستقطاب إلى فقد الاستقطاب Depolarization.

ويتم ذلك عندما يقل فرق الجهد عن - ٧٠ مللى ڤولت حتى يصل إلى صفر ويزيد فقد الاستقطاب حتى يصل إلى ١٥-٢٠ مللى ڤولت وهنا تحدث حالة زيادة فقد الاستقطاب Hyperpolarization وتصبح الخلية فى حالة فرق الجهد عند الاستثارة Potential Action أى تتغير الشحنة، ويصبح سطح الغشاء الخارجى سالب الشحنة، والعكس يصبح السطح الداخلى موجب الشحنة نتيجة زيادة دخول الصوديوم موجب الشحنة إلى داخل الخلية وتنقل هذه الحالة على طول محور الخلية حتى تنتقل من خلية إلى أخرى من خلا ل ما يعرف بالاتصال العصبى The Synapse، ويجب ملاحظة أن الحد الأدنى لتحقيق فرق الجهد فى الاستثارة وهو ما يسمى العتبة الفارقة Threshold للاستثارة هو ما لا يقل عن ١٥-٢٠ مللى ڤولت وإذا قل عن ذلك لا تحدث الاستثارة.

سرعة سريان الإشارة العصبية

وتختلف سرعة سريان الإشارة العصبية تبعا لعاملين:

* مقدار حجم قطر محور الخلية العصبية حيث تمر الخلية أسرع خلال المحور الذى يتميز بكبر حجم محيطه، ويمكن أن تصل سرعة انتقال الإشارة العصبية إلى ١٢٠ مترا فى الثانية أى أكثر من ٢٥٠ ميلا فى الساعة.

* طبيعة غشاء السطح الخارجى للمحور العصبى الحركى المغطى بطبقة بغلاف من طبقة دهنية يسمى ميلين شيث Myeline Sheath، وهذا الغشاء لا يغطى جميع أجزاء المحور ولكنه يترك مسافات قصيرة بدون تغطية على مدار المحور وبذلك تكون هناك مناطق مغطاة بينها عقد صغيرة غير مغطاة وعندما تمر الإشارة العصبية على طول المحور فإنها تكون أسرع فى سريانها نظرا لأنها تثب ما بين الفجوات غير المغطاة حيث تشكل المناطق المغطاة عازلا مما يجعل الإشارة العصبية تمر بشكل أسرع منها فى المحاور غير المغطاة بهذا الغشاء.

انتقال الإشارة العصبية بين الخلايا

تنتقل الإشارة العصبية من خلية إلى أخرى من خلال منطقة معينة وعن طريق مباشر كهربائيا أو بواسطة ناقل عصبى يتم استقباله والتعامل معه عن طريق مستقبلات عصبية.

منطقة الاتصال العصبى Synapse

حينما تنتهى الإشارة العصبية من سريانها خلال الخلية فإنها تنتقل إلى خلية تالية وهكذا حتى تصل إلى هدفها وتتم عملية الانتقال فى منطقة بين الخليتين تسمى منطقة الاتصال العصبى Synapse وهى منطقة تتكون من:

* نهاية الطرف المحور العصبى للخلية حاملة الإشارة العصبية وتسمى أطراف ما قبل الاتصال Presynaptic Terminals.

* المستقبلات على الخلية التالية المستقبلة للإشارة العصبية وتسمى المستقبلات ما

(أ) وقت الراحة:
فى الخارج صوديوم والداخل بوتاسيوم
فرق الجهد ٧٠مللى فولت.

(ب - ج) وقت التفاعل:
دخول الصوديوم وخروج البوتاسيوم
- فرق الجهد +٣٠ مللى فولت.

(د) زيادة خروج البوتاسيوم.
(هـ) العودة إلى حالة الراحة.

المحور
RMP = -70mV
غشاء الخلية
(أ)
+30mV
(ب)
(ج)
-70mV
(د)
(هـ)

شكل (١١)
تبادل الأيونات على طول محور الخلية العصبية

العصب
Nerve
Axons محاور عصبية
Connective tissue نسيج ضام
Axons محاور عصبية
Blood vessel
وعاء دموى

شكل (١٢)
تركيب العصب

بعد الاتصال Postsynaptic. Receptors.

* المسافة الفراغ بين الخليتين وتسمى شق الاتصال العصبى Synaptic Cleft.

وتنتقل الإشارة العصبية بين هذه الاتصالات فى اتجاه واحد فقط، ويحتوى نهاية الطرف العصبى قبل الاتصال على حويصلات تسمى حويصلات الاتصال Synaptic Vesicle وتحتوى هذه الحويصلات على ما يسمى الناقلات العصبية الكيميائية Neurotransmitter.

وحينما تصل الإشارة العصبية إلى نهاية الطرف قبل الاتصال تقوم هذه الحويصلات بإخراج ما بها من الناقلات العصبية إلى شق الفراغ بين الخليتين، وتقوم هذه الناقلات بالانتشار حتى تصل إلى المستقبلات ما بعد الاتصال على الخلية التالية والتى ترتبط بها، وبذلك يتحقق نجاح توصيل الإشارة العصبية إلى الخلية التالية، وقد يكون هذا هو موضع التعب

العضلى فى بعض الأحيان حيث لا يتم النجاح فى توصيل الإشارة العصبية بين خلية وأخرى، وتحتوى كل خلية على عدد كبير من هذه الاتصالات العصبية تصل فى متوسطها إلى ١٠,٠٠٠ اتصال، وقد يصل هذا العدد فى بعض خلايا المخ إلى ١٥٠٠٠منطقة اتصال وتكون هذه المناطق أيضا على المحور العصبى ذاته وتنقسم إلى نوعين:

١- الاتصال العصبى الكهربائى Electrical synapses

حينما تنتقل الإشارة العصبية من خلية إلى أخرى على شكل تيار كهربائى ينتقل مباشرة من سيتوبلازم الخلية إلى الأخرى من خلال الفراغ بين الخليتين، وهذا النوع من الاتصالات ليس كثيرا، وهو يوجد بين بعض خلايا الجهاز العصبى المركزى وعضلة القلب والعضلات الناعمة وهو يتميز بسرعة عملية التوصيل.

٢- الاتصال العصبى الكيميائى Chemical Synapses

وهو يعتبر الوسيلة الرئيسية للاتصالات العصبية والتى تستخدم الناقلات العصبية لنقل الإشارة العصبية من خلية إلى أخرى وهو أساسا يتم لنقل الإشارة العصبية من الخلية العصبية إلى الليفة العضلية وتسمى فى هذه الحالة الاتصال العصبى العضلى Neuromuscular Junction.

كيف تنتقل الإشارات العصبية؟

تنتقل الإشارات العصبية بين الخلايا العصبية وبعضها بواسطة مادة كيميائية تسمى الناقل العصبى Neurotransmitter تعبر هذه المادة المسافة الفاصلة أو الفجوة بين الخليتين وتتفاعل مع مادة كيميائية أخرى تسمى المستقبل Receptor لتنتشر بعد ذلك الإشارة العصبية فى الخلية الأخرى، ولأننا سوف نتعرض كثيرا لهذه الموضوعات المرتبطة بالناقلات العصبية والمستقبلات، فسوف نتناولها هنا بنوع من الشرح باعتبار وظيفتها تتصل بالخلية العصبية والاتصالات العصبية.

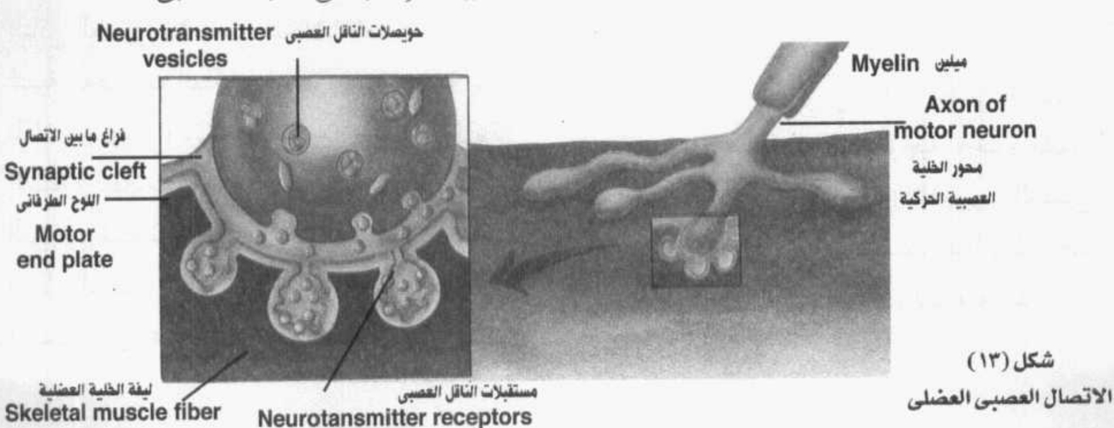
الناقلات العصبية Neurotransmitters

تختلف الناقلات العصبية فى طبيعة الإشارات العصبية التى تنقلها، حيث إن بعضها له تأثير منبه Excitatory Effect والبعض الآخر له تأثير تثبيطى Inhibitory Effect. وهناك أكثر من ٤٠ ناقل عصبى يمكن تصنيفهم إلى:

* الناقلات العصبية سريعة الحركة - صغيرة الجزىء.

* الناقلات العصبية بطيئة الحركة النيوربتيد Neuropeptide.

ويوضح الجدول التالى أهم هذه الناقلات العصبية ومواقعها فى الجهاز العصبى:



شكل (١٣)
الاتصال العصبى العضلى

جدول (٦)

الناقلات العصبية Neurotransmitters

الناقلات العصبية Neurotransmitters	الموقع
الجهاز العصبى الطرفى	
Acetylcholine(Ach)	خلايا الجهاز العصبى الوتونومى والسوماتى
Norepinephrine(NE)	خلايا الجهاز العصبى الوتونومى
الجهاز العصبى المركزى	
Dopamine	المخ
Norepinephrine,epinephrine(E)	المخ والنخاع الشوكى وتعمل كهرمونات فى المخ
Serotonin (5 hydroxytryptamine,or 5-HT)	المخ
Histamine	أجزاء من المخ
Glutamate.Aspartate	مثيرأو منبه
Glycine,GABa (gamma-aminobutyric acid)	مثبط
Adenosine . ATP	تفرز مع ناقلات أخرى غالبا
Endorphins,Enkephlins,Dynorophins	مسكنات
Substance P	ناقل خلال ممرات الإحساس بالألم
Neuropeptide Y	الجهاز الأوتونومى

ويعتبر الأستيل كولين Acetylcholine والنور أبنفرين Norepinephrine هما الناقلين الأساسيين لتنظيم الاستجابات الفسيولوچية أثناء الجهد البدنى حيث يعتبر الأستيل كولين هو الناقل العصبى الأساسى للخلايا العصبية الحركية لتنبيه العضلات الهيكلية، وهو بصفة عامة يعتبر ناقلا تنبيهيا، ولكنه يمكن أن يلعب دورا ناقلا تثبيطيا لنهايات بعض الأعصاب الباراسمبثاوية التى فى عضلة القلب، أما النور أبنفرين فهو الناقل العصبى لبعض خلايا الجهاز العصبى السمبثاوى وهو يلعب دوره كناقل منبه أو مثبط تبعا للمستقبلات التى يتعامل معها، ويتم التخلص من الناقلات العصبية بعد خروجها إلى الشق بين الخليتين إما بواسطة تدميرها بواسطة الإنزيمات أو استرجاعها إلى النهايات العصبية لاستخدامها مرة أخرى.

ويعتبر السيروتونين كناقل عصبى مسئولا عن كثير من العمليات الفسيولوچية بالجسم تشمل النشاط الحركى ونشاط الجهاز الدورى والتنفسى والتحكم فى درجة حرارة الجسم، كما يؤثر أيضا على السلوكيات مثل الأكل والنوم والعدوانية (Jacobs,1994).

جدول (٧)
أنواع المستقبلات الحسية ووظائفها أثناء التدريب الرياضى

المستقبل	Receptor	الوظيفة أثناء التدريب الرياضى
	Mechanoreceptors المستقبلات الميكانيكية	
المغزل العضلى	Muscle Spindle	إحساس حركى - نغمة عضلية
عضو جولجى الوترى	Golgi Tendon Organ	وقاية العضلة من الإصابة
كبسولات بسينيان	Pcinian Corpuscles	لإحساس بالضغط وزوايا المفصل
مستقبلات المفصل	Joint receptors	رفع معدل التهوية الرئوية
نهايات الأعصاب الحرة	Free Nerve Endings	رفع ضغط الدم ومعدل القلب
الأذن الباطنة	Cochlea	الصوت
الجهاز الدهليزى	Vestibular Apparatus	التوازن
مستقبلات الضغط	Bar receptors	تنظيم ضغط وحجم الدم
مستقبلا المط الأذينى	Atrial Stretch Receptors	تنظيم ضغط وحجم الدم
	Thermoreceptors المستقبلات الحرارية	
مستقبلات البرد	Cold Receptors	تنظيم حرارة الجسم
مستقبلات الدفء	Warm Receptors	تنظيم حرارة الجسم
	Electromagnetic Receptors المستقبلات الكهرومغناطيسية	
الخلايا المخروطية والعصبية	Rod and Cone Cells	البصر
	Chemoreceptors المستقبلات الكيميائية	
الأجسام الأورطية	Aortic and Carotid Bodies	تركيز الأكسجين وثانى أكسيد الكربون- تنظيم التهوية الرئوية.
مستقبلات الضغط الأسموزى	Osmoreceptors	الضغط الأسموزى للدم- توازن السوائل- وظائف الكلى- تنظيم حجم الدم.
أحاسيس ثانى أكسيد الكربون بالدم فى الجهاز العصبى المركزى	CNS Blood CO2 Sensors	تنظيم التهوية الرئوية - تنظيم توازن الدم الحمضى القلوى.
مستقبلات الجلوكوز	Glucose Receptors	تنظيم سكر الدم - التمثيل الغذائى للكربوهيدرات

والسؤال الآن هو: كيف يمكن للرياضة أن تؤثر على السيروتونين؟

فى سنة ١٩٨٧ حدثت طفرة فى أبحاث التعب المركزى حينما اكتشف العالم الكيميائى أيريك نيوشولم Eric Newsholme من جامعة أوكسفورد هو وزملاؤه افتراضية جديدة لتفسير حدوث التعب المركزى وتقوم هذه الافتراضية على أن من أسباب التعب المركزى زيادة تركيز السيروتونين Serotonin فى المخ أو 5-H2 اختصارا لمصطلح 5- Hydroxytryptoamin، وهكذا يتضح أن التدريب الرياضى الذى يصل إلى مستوى التعب يزيد من تركيز السيروتونين فى المخ، وهذا ما تعمل على تحقيقه العقاقير المضادة للاكتئاب، وما تؤكده نتائج الدراسات العلمية على ممارسى الرياضة وقلة تعرضهم للإصابة بالاكتئاب.

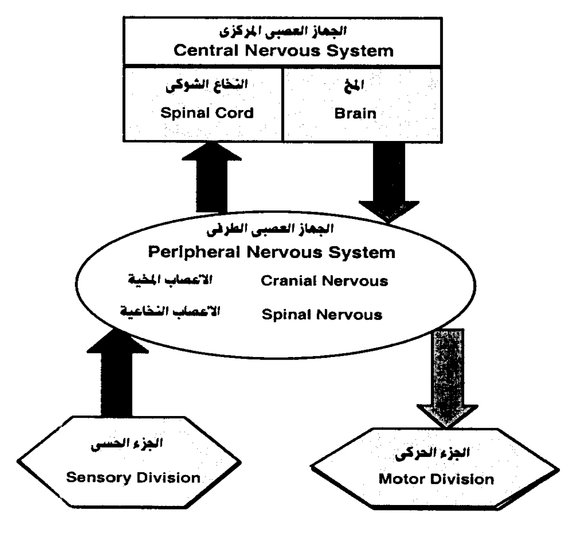
المرات الحسية Sensory Pathways

تتفق جميع الممرات الحسية فى مكوناتها العامة فهى تبدأ عملها استجابة لمنبه داخلى أو خارجى والذى يتفاعل مع المستقبل الحسى ليولد الاستثارة الكهربائية عن طريق فقد الخلية لحالة الاستقطاب عندما تصل قوة المنبه أو المثير العتبة الفارقة لتوليد الإشارة الكهربائية وعندها تحدث حالة فرق الجهد الكهربى فى حالة التفاعل Action Potential وتنقل الإشارة الحسية على طول العصب الحسى حتى تصل إلى الجهاز العصبى المركزى، وهناك أعضاء الحس المسئولة عن الحس الخاص مثل العين للبصر والأذن للسمع واللسان للتذوق والأنف للشم وتحتوى أعضاء الحواس الخاصة على العديد من المستقبلات الحسية، فمثلا الأذن الداخلية تحتوى على ١٦,٠٠٠ مستقبل حسى وتزيد باقى الأجزاء المرتبطة بها عن مليون مستقبل حسى وتضم العين الواحدة حوالى مليون مستقبل حسى مثلا.

وتنقسم المستقبلات الحسية إلى خمسة أنواع رئيسية تبعا لنوع المثير الذى تستقبله.

الجهاز العصبى المركزى
The Central Nervous System (CNS)

يتكون الجهاز العصبى المركزى من المخ والنخاع الشوكى ويحميهما من الخارج الجمجمة والعامود الفقرى، وهو يقوم بدور هام فى تنظيم



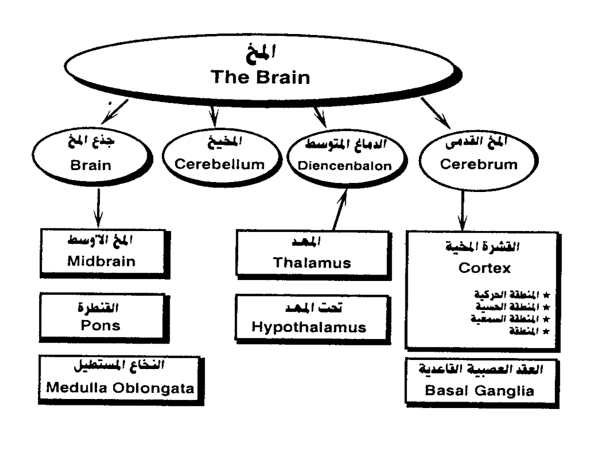
شكل (١٤)

The Brain المخ

نشاط جميع أعضاء الجسم لأداء الوظيفة الكاملة ويقوم بتهيئة الجسم لمواجهة متغيرات البيئة الخارجية والداخلية وما زالت كثير من المعلومات غير كاملة عن كيفية تحكم الجهاز الحركى فى حركات الجسم الإرادية، فحينما نرى لاعب الجمباز يؤدى الحركات فى شكل يتميز بالرشاقة والتوافق قد يبدو هذا العمل سهلا وبسيطا عند رؤية لاعب جيد يقوم به أو حينما نرى سباحا يسبح بسهولة ودون جهد كبير، أن كل هذا يأتى بفضل كثير من العمليات العصبية المعقدة التى يقوم بها الجهاز العصبى، حيث يستقبل الجهاز العصبى المركزى المعلومات عن طريق الخلايا العصبية الحسية ليقوم بتوجيه حركات الجسم المختلفة من خلال إرسال أوامره فى شكل إشارات عصبية من خلال الخلايا العصبية الحركية.

المخ The Brain

يعتبر المخ هو الجزء الرئيسى فى الجهاز العصبى المركزى وهو يشبه الكومبيوتر، ومازالت المعلومات العلمية عنه قليلة، وهو يقوم بكثير من الوظائف الحيوية الهامة فهو يستقبل الإشارات العصبية الحسية التى تحمل له المعلومات المختلفة من بيئة الجسم الداخلية أو الخارجية ويقوم بدوره بتكاملها وتنسيقها ويستجيب لها بإرسال إشارات عصبية تؤدى إلى التغيرات المطلوبة، ولقد ظلت دراسات المخ تعتمد لسنوات عديدة على التشريح الوصفى، ومع التطور التقنى لإمكانية إظهار النشاط الكهربائى للخلية العصبية أمكن التوصل إلى تحديد بعض وظائف المخ الهامة.



شكل (١٥)

مكونات المخ

ويتكون المخ من أربعة أجزاء هى:

١ - المخ المقدمى The Cerebrum.

٢ - الدماغ المتوسط The Diencephalon.

٣ - المخيخ The Cerebellum.

٤ - جذع المخ The Brain Stem.

وسوف نتناول كلا من هذه الأجزاء بشيء من التفصيل فيما يلى:

١- المخ المقدمى The Cerebrum

يتكون المخ المقدمى من نصفى كرة أيمن وأيسر يتصل كل منهما بالآخر، وهو أكبر كتلة نسيج عصبية داخل الجمجمة وتشكل القشرة المخية Cerebral Cortex الجزء الخارجي وتسمى أيضا المادة الرمادية Gray Matter حيث إنها تحتوى على أجسام الخلايا العصبية وتخزن حجما هائلا

من المعلومات عن الخبرة السابقة وكذلك نماذج الاستجابات الحركية، ويمكن تقسيمها إلى أربعة فصوص رئيسية تقوم بالوظائف العامة التالية:

١ - المنطقة الحركية The Motor Area:
وتقع فى الجزء الخلفى للمخ المقدمى وتقوم بالتحكم فى حركات الجسم من خلال مناطق السيطرة المرتبة عكسيا، حيث إن أعلاها يسيطر على أخمص القدم وأقلها انخفاضا يسيطر على الرأس.

٢ - المنطقة الحسية The Sensory Area:
وهى تقع خلف المنطقة الحركية وتستقبل الإحساسات المختلفة مثل اللمس والألم والحرارة والضغط والإحساس العضلى وتكون بنفس تقسيم المنطقة الحركية وتنعكس مناطق الإحساس على الجانبين حيث إن إحساسات الجانب الأيمن تستقبل فى النصف الأيسر للمخ والعكس.

٣ - المنطقة السمعيةThe Auditory Area:
وهى توجد فى كلا الفصين الصدغيين لنصفى المخ المقدمى أسفل شق سلفيان وهى مسئولة عن استقبال الأصوات من الأذن عن طريق الأعصاب السمعية.

٤ - المنطقة البصرية The Visual Area:
وتقع فى الفص الخلفى لنصفى المخ المقدمى وهى مسئولة عن استقبال الإحساسات البصرية من العين.

ويطلق على الألياف العصبية التى تمر من خلال الجزء القشرى بالنخاع الشوكى مصطلح الممر القشرى النخاعى The Corticospinal Path Way أو مصطلح النظام الهرمى Pyramidal Sys-temنظرا لأن الخلايا العصبية لهذا النظام ترتبط بعضها ببعض بما يشبه الشكل الهرمى.

العقدالعصبيةالقاعدية The Basal Ganglia

هى مجموعة من الخلايا العصبية المختصة بتنظيم الحركات اللا إرادية وهى توجد أسفل القشرة المخية مباشرة وترتبط ارتباطا وثيقا بالمهد (الثالاماس) وتحت المهد (الهيبو ثالاماس).

٢-الدماغ المتوسط The Diencephalon

يحتوى الدماغ المتوسط فى معظمه على كل من المهد (الثالاماس) وتحت المهد (الهيبو ثالاماس).

الثالاماس The Thalamus

يعتبر الثالاماس مركزا حسيا متكاملا حيث يستقبل كل الإحساسات فيما عدا حاسة الشم ثم يقوم بدوره فى إرسالها إلى المنطقة المناسبة لها من قشرة المخ، وهو يقوم بتنظيم الإحساسات الواردة إلى المخ وخاصة ما هو هام للتحكم الحركى، ويشترك فى النوم والمشى ويحس بالأحاسيس القوية كارتفاع درجة الحرارة.

الهيبوثالاماس The Hypothalamus

يقع الهيبو ثالاماس تحت الثالاماس مباشرة ولا يزيد حجمه عن ١٪ من الحجم الكلى للمخ، وهو المسئول عن المحافظة على الاستقرار التجانسى عن طريق سيطرته على معظم العمليات المؤثرة على بيئة الجسم الداخلية عن طريق الجهاز

العصبى الذاتى The Autonomic Nervous System، وتقوم المراكز العصبية بالهيبو ثالاماس بالوظائف التالية:

١- تنشيط الجهاز العصبى السمبثاوى من خلال:

* التحكم فى إفراز هرمونات الكاتيكولامين من نخاع الغدة الكظرية والمسئولة عن رد الفعل عند الخوف أو الغضب المعروف بمصطلح «حارب أو طير» Fight or Flight Reaction

٢- المساعدة فى الحفاظ على مستوى تركيز سكر الدم الثابت فى الدم من خلال التأثير على غدة البنكرياس.

٣- الحفاظ على درجة حرارة الجسم:

* الشعور بالعطش وتناول الماء.

* إفراز هرمون نخامى رافع لضغط الدم Vasopressin.

٤- التحكم فى الوظائف التناسلية

٥- التحكم فى تناول الطعام من خلال:

* مركز الشبع Satiety Center.

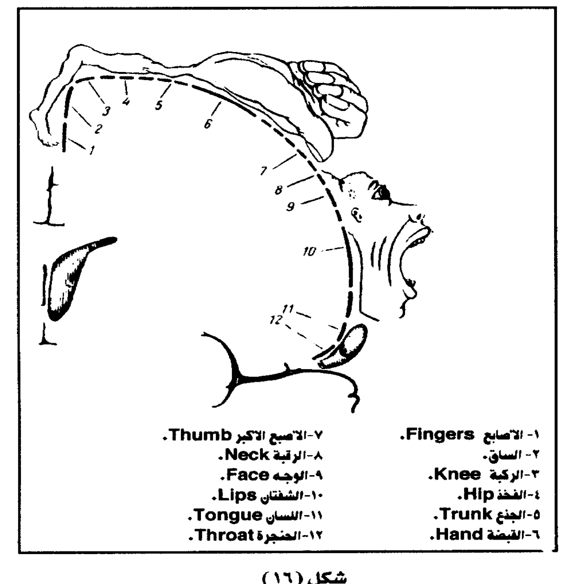
* مركز التغذية Feeding Center

٦- التفاعل مع جهاز الليمبك الذى يعتبر مركز الانفعالات فى المخ-Limbic Sys tem للتأثير على السلوك والانفعالات.

٧- التأثير على مركز التحكم فى الجهاز الدورى فى النخاع المستطيل Medulla Oblongata.

٨- إفراز هرمونات التروفيك التى تتحكم فى إفراز هرمونات الفص الأمامى للغدة النخامية.

٩- التحكم فى الساعة البيولوچية للإنسان ودورة النوم واليقظة، والإيقاع الحيوى بواسطة النواة فوق التصالب suprachiasmatic nucleus(SCN) وهى مجموعة خلايا مميزة توجد داخل الهيبو ثالاماس وتعتبر مركزا للساعة البيولوچية المنظمة للإيقاعات الحيوية اليومية عل مدار ٢٤ ساعة Circadian Rhythms.



شكل (١٦)

الجانب الأيسر من المخ المسئول عن الجانب الأيمن من الجسم وترتيب المناطق يخضع للترتيب العكسى فى الجسم حيث أعلى القشرة يلاحظ مناطق الرجلين وأسفل القشرة مناطق الوجه

٣- المخيخ The cerebellum

يوجد فى الجزء الخلفى السفلى لتجويف الجمجمة ويتكون من القشرة الرمادية الخارجية والألياف البيضاء الداخلية ويقوم بالوظائف التالية :

* استقبال الإشارات العصبية عن وضع الجسم فى الفراغ من القنوات الهلالية فى الأذن.
* التوافق بين الحركات الإرادية المركبة.
* المحافظة على النغمة العضلية.
* الأفعال الانعكاسية للمحافظة على القوام العادى والتوازن.
* المحافظة على التوقيت الطبيعى لأداء المهارات الحركية (بيانو - طباعة).

٤- جذع المخ The Brain Stem

يوجد فى الحفرة الخلفية بقاع الجمجمة ويقوم بتوصيل الألياف العصبية الحسية والحركية من وإلى المخ، كما يوجد به أيضا مراكز عصبية تقوم بتنظيم الوظائف الحيوية ويشتمل على ثلاثة أجزاء تقوم بوظائفها كما يلى :

أ- المخ الأوسط Midbrain

يوجد بين المخ المقدمى والمخيخ وهو مسئول عن :

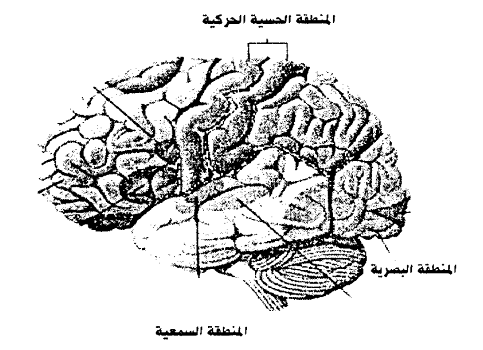
* الانعكاسات الاسترشادية (تدوير الرأس وتحريك العين فى اتجاه المثير).
* النغمة العضلية.
* الوظائف اللا إرادية.

ب- القنطرة «قنطرة فارول» Pons

تقوم بالربط بين المخ الأوسط والنخاع المستطيل لوضعها بينهما.

جـ- النخاع المستطيل Medulla Oblongata

يقوم بالربط بين النخاع الشوكى والقنطرة وبه تجمعات المراكز العصبية المسئولة عن الوظائف الحيوية.



شكل (١٧)
مناطق المخ المختلفة

وظيفة المخ Brain Function

يقوم المخ بكثير من الوظائف الهامة أثناء الأداء الحركى لضبط أداء الحركات الإرادية، وكذلك تحتفظ الذاكرة بالمعلومات المطلوبة لتنفيذ الواجبات الحركية عند التعلم الحركى، كما يقوم المخ بالتحكم فى السلوك الحركى عامة، وكذا الانفعالات النفسية التى تصاحب النشاط البدنى.

١- المخ مركز للحركات الإرادية

يقوم المخ باستقبال المعلومات المختلفة عن علاقات أجزاء الجسم ببعضها وكذا علاقاتها مع

ما يحيط بها فى البيئة الخارجية وعن اتجاه الحركة وسرعتها، وتستخدم هذه المعلومات فى توجيه حركات الجسم المختلفة، هنا يمكن تقسيم التحكم الحركى إلى ثلاثة أنواع هى:

١- التحكم فى القوة العضلية.

٢- التحكم فى حركة الجسم وأجزائه فى الفراغ.

٣- التحكم فى زمن الحركة.

وفيما يلى بعض التطبيقات العملية لهذه الأنواع الثلاثة.

التحكم فى القوة العضلية

يقوم الجهاز العصبى بتعبئة الوحدات الحركية للمشاركة فى الانقباض العضلى تبعا لمقدار المقاومة التى تواجه العضلة، وليس بالضرورة دائما أن يحتاج الفرد إلى إنتاج القوة العضلية بنسبة ١٠٠٪ بل على العكس فإن معظم ما تقوم به العضلات من أعمال تتطلب دائما نسبة أقل بدرجات مختلفة، وكلما ازدادت كفاءة عملية التحكم فى إنتاج مقدار القوة المطلوبة بالضبط تميز الأداء الحركى بالدقة والاقتصادية فى الجهد، وعلى سبيل المثال لو لم يتحكم لاعب الكرة فى القوة الصادرة منه لتمرير الكرة فإن نتيجة ذلك إما أن تذهب الكرة بعيدا عن الزميل ولا ينجح فى استقبالها أو **على العكس، فقد تكون القوة الناتجة لتمرير الكرة** أقل كثيرا مما يؤدى إلى عدم وصول الكرة للزميل، ونفس المثال ينطبق على التصويب فى كرة السلة أو التمرير فى الكرة الطائرة أو الأداء الحركى فى الجمباز أو التنس أو تنس الطاولة حيث يلعب التحكم فى قوة الضربة دورا كبيرا فى المراوغة مع الخصم فى الكرات الطويلة والقصيرة.

التحكم فى حركة الجسم وأجزائه فى الفراغ

يستطيع الجهاز العصبى التحكم فى حركة الجسم ككل أو حركات الأطراف بالنسبة للفراغ المحيط، وأفضل مثال على ذلك هو اختبار وضع الأصبع على الأنف مع حجب النظر، وهذا النوع من التحكم يتم على مستوى الجسم ككل، مثل حركات الجمباز المختلفة أو التحكم فى أطراف الجسم مثل تحريك الذراعين والرجلين فى الاتجاه الصحيح، وهذا التحكم هام للاعب الكرة وحارس المرمى.

التحكم فى زمن الحركة

بالرغم من عدم وجود مستقبلات حسية خاصة بالمؤشرات الزمنية الخاصة بالحركة كما لا توجد قنوات معينة لنقل الإحساس بالزمن، إلا أن التوقيتات الزمنية للأداء الحركى يتمكن المخ من إتقانها مصاحبة للمعلومات الأخرى، الواردة من المستقبلات الحسية الأخرى فالسباح يشعر بسرعته من مقدار وسرعة احتكاك جسمه بالماء وكذا رؤيته للعلامات المميزة بالبيئة المحيطة به، وكذلك العداء أو لاعب الحواجز أو الغطس والجمباز، ويرتبط التحكم فى زمن الحركة بعنصر السرعة بكل أنواعه مثل:

* **التحكم فى زمن رد الفعل الحركى مثل** الاستجابة لطلقة البدء.

* التحكم فى زمن الحركة مثل سرعة التصويب واللكم والرمى ويمكن التدريب باستخدام إشارات صوتية.

* التحكم فى الإيقاع الحركى مثل إيقاع خطوات الجرى أو السباحة أو التجديف والدرجات وغيرها.

* التحكم فى حركات التنفس وتوافق التنفس مع حركات الأداء كما فى السباحة والجرى والتجديف ورفع الأثقال والجمباز.

الجهاز العصبى وسرعة الأداء

تتطلب زيادة السرعة كفاءة الجهاز العصبى فى إدارة العمل العضلى باعتباره الجهاز المهيمن والمسيطر على جميع وظائف الجسم وفقا لما يلى:

١- مرونة العمليات العصبية، بمعنى قدرة الجهاز العصبى على الانتقال السريع ما بين عمليات الاستثارة وعمليات الكف.

٢- مستوى التوافق العصبى والعضلى بين مختلف الألياف العضلية والمجموعات العضلية المختلفة.

٣- كفاءة حواس الاستقبال حيث تتطلب ظروف الأداء فى بعض الأحيان كفاءة استقبال الأذن للصوت مثل طلقة البداية وسلامة واتساع مجال الرؤية وأعضاء الحس المختلفة بالأوتار والعضلات، حيث يقوم الجسم برد الفعل كاستجابة لاستثارة هذه المستقبلات الحسية.

٢- دور المخ فى الحالة النفسية

يعتبر المجال الرياضى مجالا خصبا للتأثير على الحالة النفسية للفرد فهو يتأثر بها ويؤثر فيها ويمر الرياضى فى خلال المنافسات الرياضية بكثير من الحالات الانفعالية فى شكل القلق والعدوانية والخوف والمرح والسعادة، كما أن الممارسة الرياضية بهدف الوقاية الصحية أثبتت الدراسات أن لها تأثيرها الجيد على الحالة المزاجية.

ظلت موضوعات الانفعال والدافعية والتعلم والذاكرة لسنوات طويلة مضت تعتبر أكثر انتسابا إلى علم النفس منها إلى الفسيولوجى، وقد أمكن فى السنوات الأخيرة الكشف عن الأصول البيولوچية لكثير من العمليات النفسية وكنتيجة لاستخدام التقنيات الحديثة توصل أخصائيو الأعصاب إلى اكتشاف كثير من الأسباب الفسيولوچية للأمراض النفسية والتى ترجع إلى اختلال إفراز الناقلات العصبية أو المستقبلات فى مناطق المخ المختلفة.

اكتشف Joseph , J. Schidkraaut ومساعدوه من جامعة هارفرد خلال الستينيات العلاقة بين النورابنفرين واضطرابات الحالة المزاجية، وافترض أن الاكتئاب ينشأ من نقص النورابنفرين فى بعض مناطق المخ (باعتباره من الكاتيكولامين Catecholamine)، كما أن زيادته بشكل مفرط تتسبب فى نوع من الجنون والفزع.

ما هو تأثير الرياضة على النورابنفرين؟

يزيد تركيز النورابنفرين فى البلازما من ١٠ إلى ٢٠ مرة كاستجابة فى أثناء التدريب ضعف مستواه أثناء الراحة (Silverberg,et al.,1978)، ويزيد النورابنفرين زيادة متوازية مع زيادة دوام التدريب(Powers,et al.1982) ويؤدى الانتظام فى التدريب إلى حدوث التكيف والذى ينعكس

بدوره على النورابنفرين حيث تنخفض زيادة النورابنفرين فى البلازما خلال التدريب لمدة ثلاثة أسابيع بشكل سريع (Winder et al.,1978).

دور السيروتونين والحالة النفسية

أجريت العديد من الدراسات الجادة عن دور السيروتونين وأثبتت نتائجها أن نقص السيروتونين يعتبر سببا آخر لحدوث الاكتئاب، ويعتبر السيروتونين كناقل عصبى مسئولا عن كثير من العمليات الفسيولوچية بالجسم تشمل النشاط الحركى ونشاط الجهاز الدورى والتنفسى والتحكم فى درجة حرارة الجسم، كما يؤثر أيضا على السلوكيات مثل الأكل والنوم والعدوانية (Jacobs,1994) التدريب الرياضى الذى يصل إلى مستوى التعب يزيد من تركيز السيروتونين فى المخ، وهذا ما تعمل على تحقيقه العقاقير المضادة للاكتئاب وما تؤكده نتائج الدراسات العلمية على ممارسى الرياضة وقلة تعرضهم للإصابة بالاكتئاب.

ويلعب المخ دورا هاما فى تقليل الشعور بالألم عند التدريب لفترة طويلة من خلال نظام التحكم فى الألم الذى يسمى جهاز تخفيف الألم Analgesia System حيث يفرز أثناء العمل العضلى لفترة طويلة مواد مخدرة تقوم بالعمل على مستقبلات جهاز تخفيف الألم للمساعدة على تقليل الشعور بالألم وهى انكفالينز En-kephalins وبيتا - أندروفين B- Endorphin ولهذه المواد تأثير على الحالة المزاجية للفرد لدرجة أن بعض الأفراد الذين يتدربون بصفة مستمرة يشعرون بحالة مزاجية عالية بعد التدريب نتيجة تأثير هذه المواد مما يجذبهم إلى الممارسة اليومية بشكل يشبه الإدمان.

كما أن جميع تصرفات الإنسان وسلوكه ترجع فى أصلها إلى إشارات عصبية فى المخ ما بين الهيبو ثالامس والجهاز العصبى الأتونومى (الذاتى - اللاإرادى) لتشكل الدافعية المسئولة عن تصرفات الإنسان وسلوكه كالأكل عند الشعور بالجوع وبذل الجهد البدنى فى التدريب لتحقيق البطولات والحصول على الجوائز.

المخ مسئول عن الشخصية والفروق الفردية بالتعاون مع الظروف البيئية، وقد ظل هذا الموضوع من موضوعات الفلسفة، إلا أن له جذور فسيولوچية، وقد أمكن أخيرا التوصل إلى علاج كثير من الأمراض النفسية المرتبطة باختلال الشخصية بيولوچيا مثل من الاكتئاب وازدواج الشخصية والقلق من خلال علاج الخلل فى الناقلات العصبية ومستقبلاتها وللممارسة الرياضية دور إيجابى فى هذا المجال.

٣- المخ هو المسئول عن التعلم

تظهر بعض التغيرات الوظيفية لتكيف الجهاز العصبى نتيجة لعملية التعلم الحركى، حيث يظهر التأثير الإيجابى للتعلم الحركى من خلال تحسين التوازن ما بين عمليات الاستثارة والكف فى المخ، ومثال ذلك المراحل التى تمر بها عمليات تعلم المهارة الحركية الثلاث:

أ- مرحلة اكتساب التوافق الأولى للمهارة الحركية، حيث تزيد الاستثارة ويزيد العمل العضلى غير المطلوب.

ب- مرحلة اكتساب التوافق الجيد للمهارة حيث تقل عمليات الاستثارة الزائدة.

ج- مرحلة الإتقان وتثبيت المهارة وهى مرحلة التوازن بين عمليتى الاستثارة والكف لأداء المهارة مع الاقتصاد فى الجهد.

حينما يصل الرياضى إلى مرحلة التثبيت للمهارة، فإن هذا يعنى أن هناك أنماطا خاصة تم تعلمها تخزن فى المخ حتى يتم استدعاؤها عند الحاجة ويحدث ما يسمى بالانطباع الدائم Engrams ويتم فى كلا جزئى المخ الحسى والحركى وما زال القليل هو المعروف عن الانطباع الدائم وهو مجال دراسات مستقبلية.

٤- المخ هو المسئول عن الذاكرة

يحتفظ المخ فى الذاكرة بطريقة الأداء الحركى وتصميمات الحركات المختلفة وكذلك خطط اللعب، ولكى تتم عمليات التثبيت وعدم النسيان السريع فإن استخدام وسائل حسية متعددة لتوصيل المعلومة وتثبيتها يتطلب فى المجال الرياضى استخدام الشرح اللفظى الذى يخاطب المنطقة السمعية فى المخ والنموذج العملى الذى يخاطب المنطقة البصرية فى المخ والأداء الحركى نفسه تحت ظروف مختلفة مع التكرار، وفى الآونة الأخيرة أدخلت تقنيات جديدة فى المجال الرياضى تقوم على استدعاء تخيلى للأداء الحركى من الذاكرة مع التركيز فى تسلسل شكل الأداء الحركى بما يعرف بتقنيات التصور فى الرياضة Visualization Techniques حيث يعتمد الرياضى على التخيل البصرى لأسلوب أداء الوثبة أو الرمية أو القفزة أو حركات الجمباز المركبة أو الغطس، حيث غالبا ما يلاحظ على لاعبى مثل هذه الأنشطة قبل الأداء بعض المظاهر التى تشير إلى أنهم يتخيلون شيئا أو يخاطبونه فى عقولهم، وقد يقومون بحركات غريبة بأيديهم أو أصابعهم أو أجسامهم فى تصور للنماذج الحركية المقدمون على تنفيذها، وقد تطورت هذه التقنيات وأصبحت تمارس تحت عنوان ما يسمى بالتدريب العقلى، وبالرغم من أن مفهوم التخيل البصرى Visual Image من الناحية الفسيولوچية ما زال حتى الآن غير واضح إلا أن البعض يعتقد أن ما يساعد ذلك هو تلك الآليات الفسيولوچية المتمثلة فى التسهيلات الخاصة بإمكانيات ما بعد الاتصال العصبى Presynaptic Facilitations والتى تكون من بدايتها استحضار نماذج الحركة من القشرة المخية على شكل إشارات عصبية تجد طريقها إلى العضلات المعنية من خلال الاتصالات العصبية، وهذا فى حد ذاته يعتبر أحد الأمثلة الكثيرة عن تلك الاتصالات الباهرة بين المخ وباقى الجسم والذى يساعد الرياضى على تحقيق أقصى مستوى تسمح به إمكانياته للأداء الحركى المهارى.

النخاع الشوكى The Spinal Cord

يوجد النخاع الشوكى داخل القناة الشوكية، ويمتد داخل العمود الفقرى حتى المنطقة القطنية ويتصل بالمخ عن طريق النخاع المستطيل، ويلاحظ من المقطع العرضى للنخاع الشوكى أنه يحتوى على مادتين أحدهما رمادية الشكل وتأخذ شكل حرف H وهى عبارة عن أجسام الخلايا العصبية يحيط بها من الخارج المادة البيضاء وهى نتوءات الخلايا العصبية، وتدخل جميع الألياف الحسية إلى العمود الفقرى من خلال القرن الخلفى Dorsal Horne، بينما تخرج الألياف العصبية الحركية وأعصاب الجهاز العصبى الذاتى من القرن الأمامى Ventral Horne وتزيد الأعصاب الحسية الواردة أكثر من الأعصاب الحركية الصادرة بنسبة ٥ : ١ دليلا على غزارة المعلومات التى يستقبلها الجهاز العصبى، ويقوم النخاع الشوكى بدور هام فى:

* توجيه عمل العضلات العاملة فى الجسم فيما عدا عضلات الوجه.
* التوافق بين عمل المجموعات العضلية المختلفة عن طريق الانعكاسات الحركية.
* توصيل الإشارات العصبية من وإلى المخ.
* الفعل الانعكاسى بأنواعه المختلفة.
* يلعب دورا هاما فى التحكم فى الحركات الإرادية عن طريق تحديد التصميم الدقيق للحركة عند أداء الحركات المتوقعة بالتعاون مع المراكز العصبية العليا.

الفعل المنعكس Reflex Action

الفعل المنعكس هو رد فعل الجسم لا إراديا لأى استثارة تحدث، ويتم من خلا ل ما يسمى القوس المنعكس Reflex Arc حيث تمر الإشارات العصبية الحسية من خلال المستقبل العصبى للخلية العصبية الحسية إلى الجهاز العصبى المركزى ومنه مرة أخرى تنقل الخلايا العصبية الحركية الأوامر بالاستجابة إلى عضو الجسم المستهدف، ونظرا لأن هذه الحركة التى تتم لا تخضع لسيطرة المراكز الحركية العليا بالمخ وتتم على مستوى النخاع الشوكى، فإنها تتم بدون السيطرة الإرادية على قوتها أو اتجاهها أو سرعتها، ويقوم الجهاز العصبى بمجموعة كبيرة من الأفعال الانعكاسية التى تلعب دورا هاما فى النشاط الرياضى، ومن أمثلتها ما يأتى:

جدول (٨)

الأفعال الانعكاسية وتطبيقاتها فى النشاط الرياضى

م	اسم الفعل المنعكس	متى يحدث الفعل المنعكس؟	تطبيقات فى النشاط الرياضى
١	الفعل المنعكس للشد Stretch Reflex	عند تعرض العضلة للشد مثل اختبار الأعصاب بالطرق على الوتر مما ينبه المغازل العضلية كمستقبلات.	تمرينات المطاطية للعضلات فى إحماء وقبل أى عمل عضلى قوى.
٢	الفعل المنعكس للقبض Flexor Reflex	عند إثارة مستقبلات الجلد الحسية بمثير مؤلم كالحرارة والوخز.	يستخدم فى المنازلات فى المصارعة والسلاح عند الضغط على أحد أعضاء جسم المنافس لدفعه إلى فعل منعكس كأن يرفع رأسه فى المصارعة أو برد فعل فى السلاح بقوة أكبر تفتح ثغرة.
٣	الفعل المنعكس للبسط Extensor Reflex	ثلاثة أنواع تهدف إلى تقريب الجسم من المثير وليس إبعاده.	الحركات الوحيدة المتكررة والإيقاعية.
٣/ ١	الفعل المنعكس للدفع Pouch Reflex	مثل استثارة جلد القدم بالضغط.	دفع القدم للأرض فى المشى والجرى والوثب وبدء الغطس والجمباز فى التوازن.
٣/ ٢	الفعل المنعكس المتقاطع Crossed Extensor Reflex	يظهر الفعل فى الطرف عكس الطرف الذى تم استثارته حيث يؤدى انقباض أحد الأطراف إلى انبساط الطرف الآخر.	الجرى، والمشى، ومرجحة الرجل الحرة فى الوثب حركة الذراع الحرة فى الرمى وفى التبديل فى الدرجات.
٣/ ٣	الفعل المنعكس الإيقاعى Rhythm Reflex	انقباض وانبساط نفس العضلة فى نفس طرف الجسم	الحركات الإيقاعية المنتظمة فى المشى والجرى والسباحة والتمرينات والدرجات.

أشكال الأفعال الانعكاسية خلال الأداء الحركى

وتطبيقا لهذه الأفعال الانعكاسية فى المجال الرياضى فإنها تظهر خلال الأداء الحركى فى عدة أشكال، بعضها يكون تأثيره على الأداء إيجابيا نسعى للاستفادة منه، والآخر يكون تأثيره سلبيا نسعى لتقليل تأثيره ويمكن استعراضها فيما يلى:

١- حركات الجسم الدفاعية ضد الأخطار

وتظهر هذه الأفعال فى حالة تعرض الجسم للخطر، وتهدف إلى إبعاد الجسم عن مصدر الخطر؛ وذلك اعتمادا على الفعل المنعكس أو البسط أو الدفع، فمثلا يتضح الفعل المنعكس للقبض مثل الحركة للخلف بالرأس أو الأطراف أو الجذع لتفادى لكمة من الخصم أو هجمة فى المصارعة والكاراتيه والجودو أو استخدام الأيدى للدفاع عن الوجه كما فى الملاكمة، كما يظهر الفعل المنعكس للبسط عند الاستناد باليد أو الكف على الأرض عند التعرض للسقوط فى كرة القدم أو الجمباز وغيرها، ويظهر الفعل المنعكس للدفع فى السباحة، حيث يدفع المبتدئ كل شىء يحتك به بهدف أن يبقى دائما فوق سطح الماء وخوفا من الغرق ولا يمكن للمدرب أن يبدأ تعليم المبتدئ السباحة بنجاح ما لم يتخلص من هذا الخوف المثير لكثير من الأفعال الانعكاسية الزائدة.

٢- الالتفاتات الزائدة

تظهر هذه الأفعال استجابة لمثيرات سمعية وبصرية يستجيب لها الرياضى بلفت رأسه والمبالغة فى ذلك مما يشتت انتباهه تجاه مصدر المثير كأن تكون توجيهات المدرب أو زميل أثناء التدريب أو المنافسة، ومع ارتفاع مستوى خبرة الرياضى يستطيع الإحاطة بكل هذه المثيرات دون أن تؤثر على تشتيت انتباهه.

٣- مط العضلة قبل الانقباض

يتميز النسيج العضلى بقابليته للمطاطية، وقد ثبت أن العضلة تنتج المزيد من القوة إذا ما تم مطها قبل الانقباض اعتمادا على الفعل المنعكس للشد، وقد أصبح لزاما على الرياضيين قبل إنتاج أقصى قوة أن يقوموا ببعض حركات المطاطية والتى تشاهد بوضوح لدى الرباعيين قبل رفع الأثقال وكذلك قبل الرمى بأنواعه والوثب بأنواعه.

٤- النغمة العضلية

نتيجة للمثيرات المختلفة التى يستقبلها الجهاز العصبى المركزى تقوم بعض الأفعال الانعكاسية بالعمل بصفة مستمرة مما يؤدى إلى ما يسمى بالنغمة العضلية، ويقصد بهذا المصطلح التوتر العضلى اللاإرادى المستمر والذى بفضله تكون العضلة دائما فى حالة الاستعداد للعمل والانقباض، كما أنها المسئولة عن القوام وانتصاب القامة، غير أن زيادتها عن الحد المقبول يمكن أن تشكل عبئا إضافيا على الرياضى، وخاصة عند تعلم المهارات الحركية الجديدة؛ لذلك يسعى المدرب إلى التخلص من النغمة العضلية الزائدة خلال تعلم الأداء الحركى، وقد أمكن حاليا استخدام وسائل التدريب العقلى فى علم النفس الرياضى للتغلب على التوتر العضلى الزائد وتعليم الرياضى القدرة على الاسترخاء.

٥- الإيقاع الحركى

يساعد الإيقاع الحركى على سهولة الأداء؛ لذلك فالمشى والتجديف بإيقاع منتظم يقلل الشعور بالتعب، وكذلك الجرى والدراجات والسباحة، ويرتبط ذلك أيضا بتنظيم السرعة فى مثل هذه الأنواع من المسابقات الرقمية، كما يساعد استخدام التوقيت الصوتى والموسيقا على الاستفادة من الفعل المنعكس الإيقاعى.

٦- حركات الأطراف المتبادلة

تعتمد كثير من الأنشطة الرياضية على حركات الأطراف المتبادلة كالمشى والجرى والسباحة والدراجات تعتمد بدرجة كبيرة على حركات الأطراف المتبادلة الناشئة عن الفعل المنعكس التقاطعى، وهذا يسهل الأداء الحركى وخاصة إذا ما ارتبط بالفعل المنعكس الإيقاعى.

التحكم الحركى Motor Control

مما سبق يتضح لنا أن الجهاز العصبى يقوم بالتحكم فى الأداء الحركى بشتى مستوياته بأساليب ومستويات عصبية مختلفة، ويتضح مما سبق أيضا أن الحركات التى يقوم بها الإنسان وإن اختلفت مستوياتها يمكن تقسيمها إلى:

الحركات الإرادية

وهى التى تكون حركات ذات أهداف واضحة محددة ومقننة بحيث تتم الحركة مع التحكم فى مستوى القوة العضلية المطلوبة، وكذلك سرعة الأداء وكذا اتجاه أطراف الجسم أو الجسم كله فى الفراغ المحيط، وتتم هذه الحركات انطلاقًا من المناطق الحركية بقشرة المخ والمناطق السفلى فى المخ أساسا.

الحركات اللاإرادية

وهى تلك الحركات التى لا تخضع للتحكم الدقيق فى القوة أو السرعة أو الاتجاه وتأخذ شكل ردود أفعال انعكاسية مختلفة تنطلق على مستوى النخاع الشوكى.

المستويات العصبية للتحكم الحركى

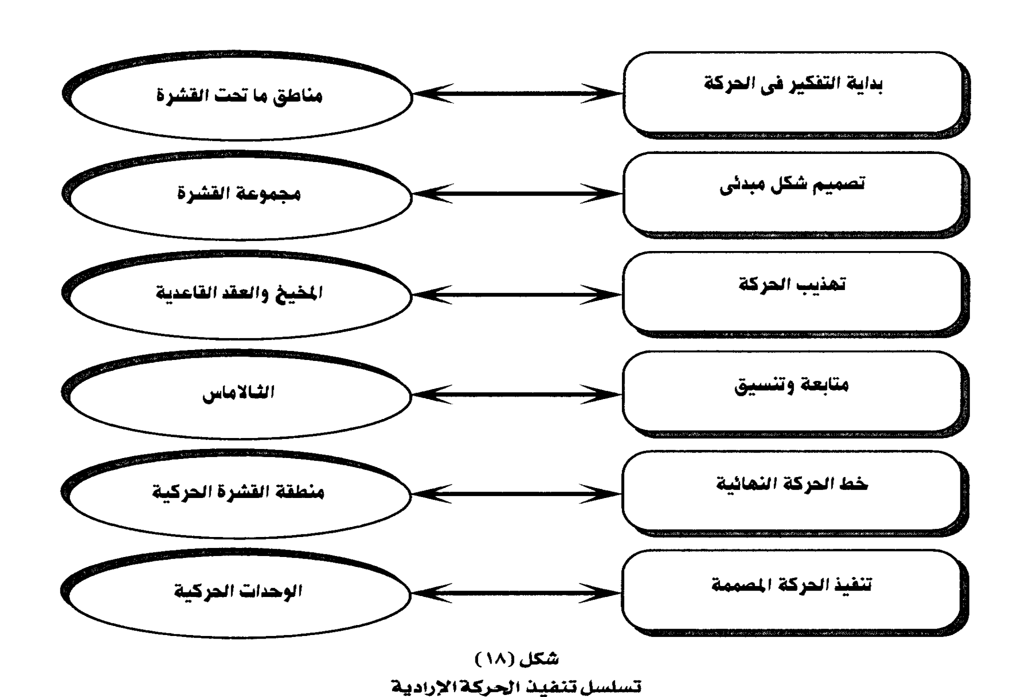
وتبدأ الحركة بمجرد وصول الإشارة الحسية إلى المستوى العصبى المسئول عن الاستجابة الحركية حتى تنطلق الإشارة العصبية الحركية إلى العضلات لكى تنقبض وتقوم بالحركة المطلوبة سواء حركة إرادية أو فعل منعكس، وتنقسم المستويات الحركية المسئولة عن الحركة إلى ثلاثة مستويات هى:

١- النخاع الشوكى.

٢- جذع المخ.

٣- المنطقة الحركية بقشرة المخ.

ويتوقف مستوى التحكم الحركى من مستوى النخاع الشوكى حتى مستوى قشرة المخ تبعا لمدى ودرجة تركيب الحركة، فالحركات البسيطة غير المركبة تتم على مستوى النخاع الشوكى، وهكذا كلما زاد تعقد تركيب الحركة وحداثتها فى التعلم ارتفع مستوى التحكم الحركى حتى قشرة المخ.



شكل (١٨)
تسلسل تنفيذ الحركة الإرادية

جدول (٩)
ملخص لدور الجهاز العصبى فى التحكم الحركى
عن: (Dee Unglaub Silverthorn et al.,1998)

الموقع	الدور	وارد من	المرسل إليه
النخاع الشوكى جذع المخ	الأفعال المنعكسة الشوكية القوام – حركات اليد والعين تخطيط وتوافق الحركات المركبة	المستقبلات الحسية المخيخ – مستقبلات البصر والدهليزى– الثالاماس.	جذع المخ– المخيخ – الثالاماس – قشرة المخ. النخاع الشوكى
المنطقة الحركية بقشرة المخ	يستقبل الإشارات الخارجة من المناطق الحركية وينسقها الحركات	الثالاماس.	جذع المخ – النخاع الشوكى – المخيخ – العقد القاعدية
المخيخ	يحتوى على نويات متتابعة تقوم بتمرير الرسائل إلى قشرة	النخاع الشوكى (حسى) – قشرة المخ (أوامر).	جذع المخ – قشرة المخ (كل أوامر التثبيط)
الثالاماس	المخ	العقد القاعدية – المخيخ – النخاع الشوكى	قشرة المخ

الجهاز العصبى الطرفى

The Peripheral Nervous System

الجهاز العصبى الطرفى لا يقصد به أنه جهاز آخر ينفصل عن الجهاز العصبى المركزى، ولكنه فى الحقيقة يتكون من باقى أجزاء الجهاز العصبى خارج الجمجمة والعمود الفقرى، أى خارج الجهاز العصبى المركزى وهو وسيلة الاتصال بين الجهاز العصبى المركزى وكل ما هو خارجه سواء داخل الجسم أو خارجه، وذلك عن طريق الأعصاب الحسية أو الواردة إلى الجهاز العصبى المركزى بالمعلومات Afferent Nerves والأعصاب الحركية الصادرة عن الجهاز العصبى المركزى Efferent Nerves وتعرف باسم الأعصاب السوماتيك Somatic Nerves وهى تقوم بتوصيل الأوامر إلى العضلات الهيكلية (الإرادية) وهى دائما أعصاب استثارة تكون نتيجتها انقباض العضلة ونوع آخر يسمى الأعصاب الأوتونومية Autonomic Nerves وهى تقوم بتوصيل الأوامر إلى العضلات الملساء (غير الإرادية) وهى إما أن تكون أعصابا مثيرة أو مثبطة وتتكون الأعصاب الطرفية من ثلاثة وأربعين زوجا من الأعصاب تنقسم إلى:

- **الأعصاب الجمجمية Cranial Nerves**

وهى عبارة عن ١٢ زوجا من الأعصاب المتصلة بالمخ وتخرج من الجمجمة وتوزع على أعضاء الجسم فى منطقة الرأس مثل العينين والوجه والأسنان والسمع واللسان والعصب الحائر المسئول عن الجهاز الدورى والمعدة والأمعاء واللسان والحس بمنطقة عضلات الرأس والكتفين.

- **الأعصاب الشوكية Spinal Nerves**

وهى عبارة عن ٣١ زوجا من الأعصاب تخرج وتدخل إلى النخاع الشوكى لتتصل بالعضلات الهيكلية مباشرة حيث تنقسم الأزواج إلى أعصاب حسية تدخل النخاع الشوكى من القرن الخلفى والأعصاب الحركية تخرج من النخاع الشوكى من القرن الأمامى، وتعتبر الأعصاب الشوكية هى الجزء المسئول عن نقل الإشارات العصبية من النخاع الشوكى إلى ألياف العضلة الهيكلية وهو يسمى The Somatic Motor، وهذه الإشارات العصبية هى عبارة عن أوامر للألياف العضلية بالانقباض تأتى من الخلية العصبية الحركية الموجودة بالنخاع الشوكى، حيث يخرج محور هذه الخلية من النخاع الشوكى ليصل إلى العضلة، وهناك يتفرع إلى عدة فروع كل فرع منها مسئول عن توصيل الإشارة العصبية إلى ليفة عضلية واحدة.

الوحدة الحركية Motor Unit

تكون الخلية العصبية الحركية مسئولة عن تنبيه مجموعة من الألياف العضلية بقدر عدد الفروع العصبية لمحورها وتسمى الوحدة الحركية Motor Unit، وتختلف هذه الوحدات ما بين الوحدات الكبيرة والصغيرة تبعا لعدد الألياف المسيطرة عليها الخلية العصبية لهذه الوحدة الحركية والتى تتراوح من وحدات ذات عدد لا يتجاوز الألياف العشرة إلى وحدات تصل عدد أليافها إلى الآلاف من الألياف العضلية، حيث تكون الوحدات الحركية الكبيرة فى العضلات الكبيرة

كعضلات الظهر والرجلين، بينما تكون الوحدات الصغيرة فى العضلات الصغيرة لزيادة الدقة.

ومما سبق يتضح أن الجهاز العصبى الطرفى ينقسم إلى قسمين: أحدهما القسم الحسى، والآخر القسم الحركى.

الجزء الحسى The sensory Division

وهو عبارة عن الأعصاب الحسية التى تنقل المعلومات إلى الجهاز العصبى المركزى وهى موجودة فى العديد من مناطق الجسم:

* الأوعية الدموية والليمفاوية.
* الأعضاء الداخلية.
* أعضاء الحس (التذوق - اللمس - الشم - السمع - البصر).
* الجلد.
* العضلات والأوتار.

وهذه الأعصاب تنتهى فى النخاع الشوكى أو المخ وتعمل بصفة مستمرة على نقل المعلومات عن حالة وأوضاع الجسم إلى الجهاز العصبى المركزى والذى بدوره يستقبلها ويتعامل معها بالتكامل فى المعلومات وإعداد الاستجابة المناسبة، ويستقبل العصب الحسى هذه المعلومات من خلال ما يسمى بالمستقبلات Receptors وهى تختلف فى أنواعها وفى طبيعتها تبعا لموقعها ووظيفتها، ولها أهمية كبيرة فى النشاط الرياضى والأداء الحركى سوف نتناولها بالتفصيل فيما بعد.

الجزء الحركى The motor Division

يقوم الجهاز العصبى المركزى بإرسال الإشارات العصبية الحركية من خلال الأعصاب الحركية التى تخرج من النخاع الشوكى فى العمود الفقرى، حيث ينتهى كل طرف عصبى وارد من خلية عصبية حركية بمنطقة الاتصال العصبى العضلى، حيث يتم توصيل الإشارة العصبية الحركية من نهاية العصب الحركى إلى سطح الليفة العضلية حيث تولد فيها فرق جهد كهربى يمتد على مدار الليفة العضلية ليسمح بانطلاق الطاقة الحيوية وحدوث الانقباض العضلى.

أعضاء الإحساس الحركى Proprietors

يتلقى الجهاز العصبى المركزى المعلومات المختلفة عن بيئة الجسم الداخلية وكذا البيئة الخارجية المحيطة به من خلال أعضاء الحس المختلفة الموجودة فى مختلف مناطق الجسم، وما نراه من الحركات الرياضية المختلفة والتى تتسم بالدقة والتوافق هو نتاج التعاون المتبادل لتغذية الجهاز العصبى المركزى بالمعلومات عن طريق الأعصاب الحسية ودوره فى توجيه وتصحيح وتنسيق وتوافق حركات الجسم المختلفة؛ لذلك كان لابد من توافر أعضاء حس تنقل معلومات عن الحركة وتجعل الجهاز العصبى المركزى يشعر بأوضاع الجسم كله أو أجزائه وكذا علاقة حركة كل عضو من الجسم بالأعضاء الأخرى والاحتفاظ بالقوام والنغمة العضلية، وكذا وقاية الجسم من الإصابات الناتجة عن الحركات الخاطئة، تلك المعلومات عن الحركة وعن الظروف المحيطة تمكن الجهاز العصبى من توجيه الاستجابة الحركية المناسبة، وتسمى أعضاء الإحساس الحركى Pro-pricepetors، ويتم استثارة هذه الأعضاء عن

طريق حركة الجسم نفسه من شد للعضلات أو ضغط أو تغيرات فى زوايا المفاصل، وتوجد هذه الأعضاء الحسية فى العضلات والأوتار والمفاصل، وأهمها المغازل العضلية فى العضلات وأعضاء جولجى الوترية فى الأوتار وكبسولات بنسيان فى المفاصل.

المغزل العضلى Muscle Spindle

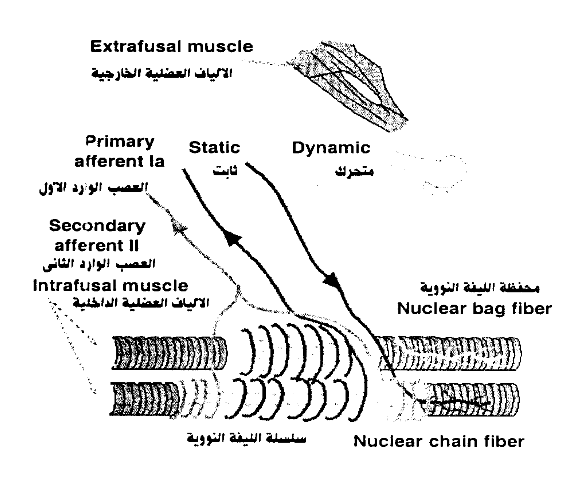
توجد المغازل العضلية بكميات كبيرة فى معظم العضلات الهيكلية وتزيد كثافتها فى العضلات التى تحتاج دقة فى الأداء مثل عضلات الذراعين، بينما تقل كثافتها فى العضلات الكبيرة المسئولة عن الحركات الكبيرة غير الدقيقة مثل عضلات الفخذ، ويتراوح طول كل منها من ١ - ٤ ملليمترات.

تكوين المغزل العضلى

يتكون المغزل العضلى من خلايا رفيعة تسمى الألياف العضلية الداخلية Intrafusal Fibers ويتروواح عددها من ٤- ٢٠ ليفة عضلية وتحاط بغلاف من النسيج الضام، وتسمى الألياف العضلية المحيطة الباقية العضلية الخارجية Extrafusal Fibers، وتحتوى المغازل العضلية على نوعين من نهايات الأعصاب الحسية، تستجيب النهايات الرئيسية Primary Endings لديناميكية التغيرات فى طول العضلة، ويطلق على النوع الآخر النهايات الثانية Secondary Ending وهى لا تستجيب للمتغيرات السريعة فى العضلة ولكن تقوم باستمرارية توصيل معلومات إلى الجهاز العصبى المركزى عن ثبات طول العضلة، بالإضافة إلى الخلايا العصبية الحسية يوجد بالمغزل العضلى خلايا عصبية من نوع جاما وهى تقوم بتنبيه الألياف العضلية الداخلية لكن تنقبض متماثلة على طول الخلايا العصبية الخارجية، وتقوم خلية جاما العصبية الحركية بتنبيه المنطقة وسط الألياف العضلية الداخلية لكى تقصر والتى تقوم بشد المغزل العضلى، وحينما تقصر العضلة الهيكلية بوساطة تنبيه الخلية العصبية الحركية تقصر بالتالى سلبيا مغازل العضلة الممتدة على طول ألياف العضلة، وإذا لم تقصر فإنها تفقد قيمتها الحسية.

وظيفة المغازل العضلية

تقوم المغازل العضلية ببعض الوظائف، مثل رد فعل المط العضلى، والمغازل العضلية هى المسئولة عن رد فعل الانقباض العضلى استجابة لمط العضلة السريع وهو ما يسمى «رد فعل المط» Stretch Reflex وهو موجود بجميع العضلات ولكنه يوجد بنسبة أكبر في العضلات الباسطة للأطراف، ويوضح ذلك أيضا رد فعل - اهتزاز



شكل (١٩)
المغزل العضلى

الركبة Knee-Jerk reflex الذى يستخدمه الأطباء الأعصاب بالضرب على وتر الركبة بواسطة مطرقة من المطاط، وهذا ينبه الوتر للشد فينبه النهايات العصبية الأولية الموجودة فى مغازل العضلات، وترسل المغازل العضلية إشارات عصبية إلى النخاع الشوكى مما ينبه الخلية العصبية الحركية والتى تقوم بتنبيه الألياف العضلية الخارجية للعضلة الباسطة ويحدث نتيجة لذلك انقباض أيزوتونى (متحرك).

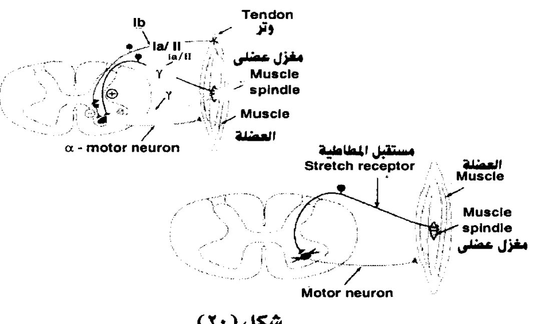
تساعد المغازل العضلية فى تنظيم حركة القوام والمحافظة عليه، وذلك من خلال مقدرة المغازل العضلية على توصيل المعلومات عن العضلات وعملها إلى الجهاز العصبى المركزى للاستجابة للتغيرات فى طول الألياف العضلية.

أعضاء جولجى الوترية Golgi Tendon Organs

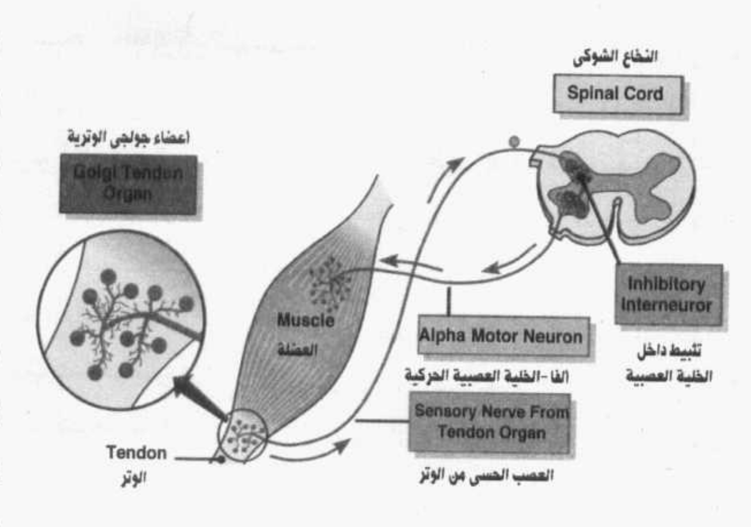
أطلق عليها أعضاء جولجى نسبة إلى العالم كميلو جولجى Camillo Golgi (١٨٤٣-١٩٢٦) والحائز على جائزة نوبل ١٩٠٦، وهى عبارة عن مستقبلات حسية فى شكل كبسولات تمر من خلالها الحزم الصغيرة للأوتار العضلية، وتقع هذه الأعضاء فى طرف الوتر المرتبط بالألياف العضلية بحيث ترتبط بكل عضو منها من ٥ - ٢٥ ليفة عضلية، وتقوم هذه الأعضاء بدور هام عندما تنقل درجة الشد على العضلة إلى المفصل فتقوم بدور تثبيطى للوقاية من إصابات التمزق أو الشد، وذلك لكونها تثبط العضلات الأساسية وتنبه العضلات المقابلة؛ ولذلك تلعب دورا هاما فى جميع حركات الهبوط وتدريبات البليومترى والجرى على المنحدرات، كما أن عملها يفسر ظاهرة العجز الثنائى Bilateral Deficit بتقليل إنتاج القوة العضلية عند استخدام كلا الطرفين معًا مقارنة باستخدم كل طرف وحده وتم جمع مقدار القوتين معا، وتجرى الدراسات بهدف تقليل دورها التثبيطى بهدف إنتاج العضلة المزيد من القوة.

تقوم أعضاء جولجى الوترية بصفة مستمرة بإرسال معلومات عن حالة التوتر العضلى أثناء الانقباض وهى تعمل كأجهزة أمان لوقاية العضلة من زيادة قوة الانقباض العضلى.

وعندما تنشط أعضاء جولجى فإنها ترسل معلومات إلى النخاع الشوكى من خلال الخلايا العصبية الحسية والتى بدورها تنبه الخلايا العصبية المثبطة، وهذا يؤدى إلى حدوث رد فعل تثبيطى، وهذا يساعد على وقاية العضلة من زيادة قوة الانقباض، كما يقوم بالتحكم فى حركات العضلات الإرادية، وهى تلعب دورا هاما فى أداء الأنشطة التى تحتاج إلى القوة العضلية، حيث يعمل رد الفعل التثبيطى هذا على وقاية العضلة ويعوق زيادة إنتاج القوة العضلية، ومع استمرارية التدريب يقل تأثير رد الفعل التثبيطى ويرتفع مستوى القوة العضلية وبالتالى يتحسن مستوى الأداء.



شكل (٢٠)
عمل المغزل العضلى وأعضاء جولجى الوترية
أثناء الشد على العضلة



شكل (٢١)
أعضاء جولجى الوترية

كبسولات باسينيان Pacinian Corpuscles

كبسولات باسينيان هى مستقبلات ميكانيكية لها حساسية كبيرة بالضغوط (٢مم × ٠,٥مم) وتوجد تحت الجلد والأنسجة الضامة العميقة وفى محافظ المفاصل وتنبه بواسطة الضغط أو الاهتزاز الذى يتم حول المفصل أثناء حركته، وبذلك تصل المعلومات المرتبطة بحركات الجسم أو الأطراف إلى الجهاز العصبى المركزى وهى سريعة التكيف.

الجهاز العصبى الذاتى

The Autonomic Nervous System

يعتبر الجهاز العصبى الذاتى أو الأوتونومى أحد أجزاء الجهاز العصبى، وهو يعتبر جزءا من القسم الحركى للجهاز الطرفى، ويعتبر هو الجهاز المسئول عن جميع الوظائف اللاإرادية الداخلية، حيث يقوم بتنظيم ضغط الدم ومعدل القلب والتنفس وتوازن الماء ودرجة حرارة الجسم وتوزيع الدم وجمع آخر من وظائف الاستقرار التجانسى، وهو المسئول عن الانفعال Emotion أيضا.

ينقسم الجهاز العصبى الذاتى او الأوتونومى إلى الجزء السمبثاوى Sympathetic Division والجزء الباراسمبثاوى Parasympathetic Division ويمكن التمييز بينهما تشريحيا ووظيفيا.

الجزء السمبثاوى Sympathetic Division من الناحية التشريحية

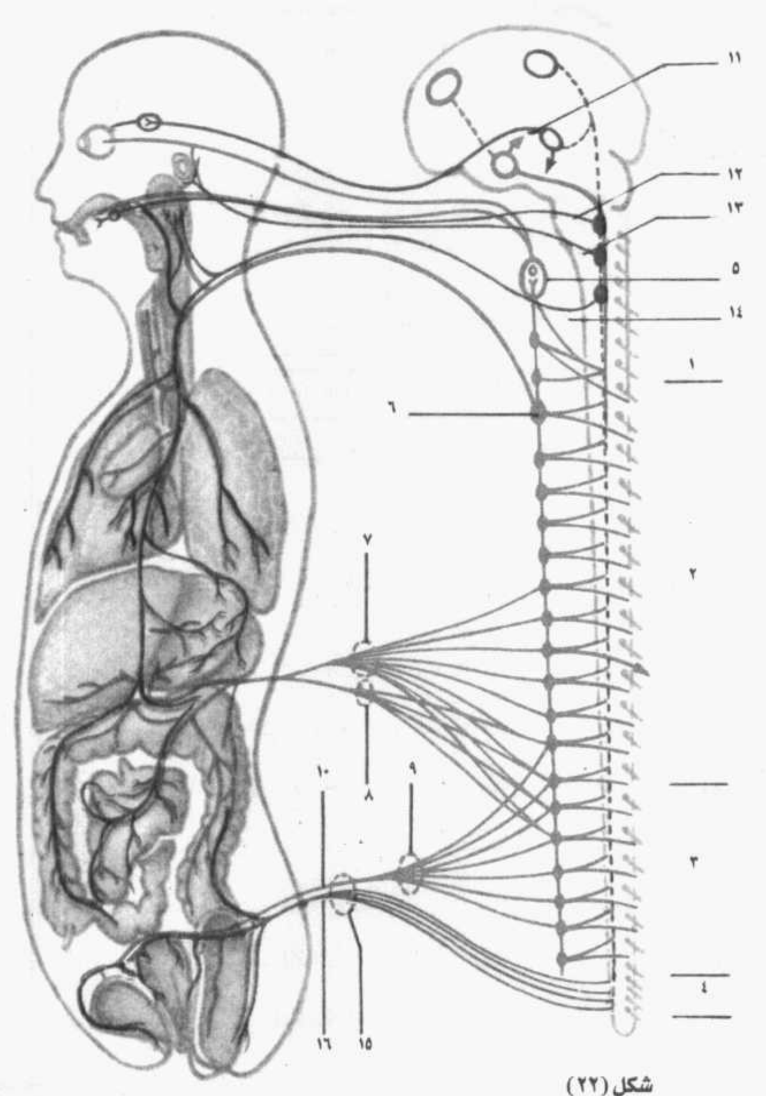
فمن الناحية التشريحية توجد أجسام الخلايا العصبية للقسم السمبثاوى فى منطقتى الصدرية والقطنية من النخاع الشوكى، حيث تخرج الألياف العصبية من النخاع الشوكى لتدخل إلى العقد السمبثاوية The Sympathetic Ganglia وهنا يقوم بعملية التوصيل الناقل العصبى الأستيل كولين، وتخرج من العقد العصبية السمبثاوية الألياف ما بعد هذه العقد لتصل إلى مجموعة كبيرة ومختلفة من أنسجة الجسم وفى هذه الحالة يختلف الناقل العصبى هنا؛ لأنه ينقل الاستثارة ما بين الألياف العصبية ما بعد العقد العصبية السمبثاوية إلى الأنسجة ليكون النور أبنفرين والذى يعاد سحب الزائد منه مرة ثانية إلى الألياف العصبية فى منطقة ما قبل الاتصال، بينما يتم تكسير الباقى إلى مخلفات غير نشطة.

الجزء الباراسمبثاوى Parasympathetic Division من الناحية التشريحية

تقع أجسام خلايا داخل جذع المخ والجزء العجزى من النخاع الشوكى وتخرج الألياف العصبية الباراسمبثاوية من جذع المخ والنخاع الشوكى لتلتقى عند العقد العصبية، حيث توزع بعده على مناطق الجسم المختلفة، وهنا يقوم بعملية التوصيل بين الخلايا العصبية الناقل العصبى الأستيل كولين وحده سواء قبل أو بعد العقد العصبية، وبعد أن يقوم بدوره فى توصيل الإشارة العصبية يتم تكسيره بسرعة، كما يظهر أيضا بسرعة بفضل إنزيم أستيل كولين إستريز Acetyl cholinesterase .

وظائف الجهاز العصبى الذاتى:

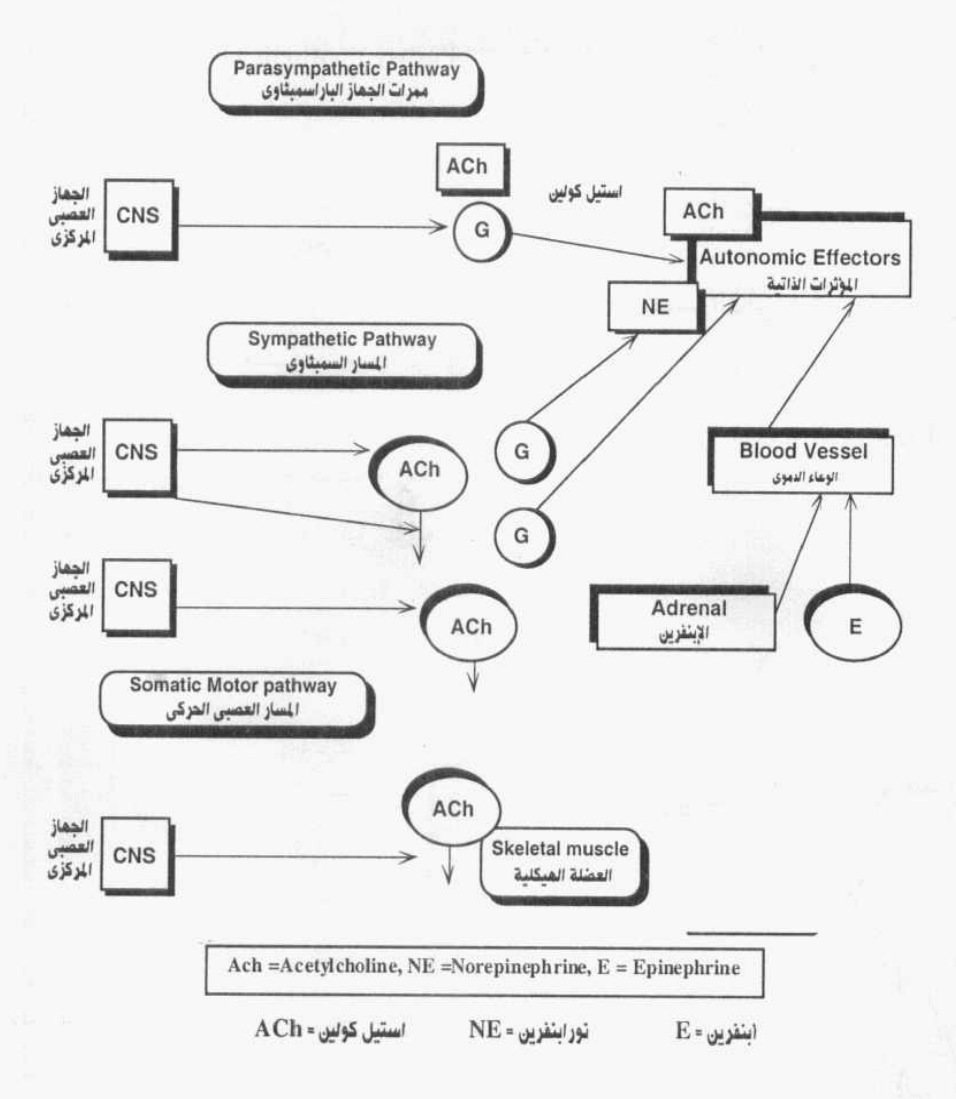
ومن الناحية الوظيفية يمكن التمييز بين عمل القسمين إذا ما افترضنا أن الجزء الباراسمبثاوى هو المسئول عن حالة ما يمكن



١- منطقة الرقبة للنخاع الشوكى.
٢- منطقة الصدر.
٣- منطقة القطن.
٤- منطقة الحوض.
٥- العقدة فوق الرقبة.
٦- العقدة للرقبة والصدر.
٧- العقدة الطحالية.
٨- العقدة فوق التجويف البطنى.
٩- العقدة تحت التجويف البطنى.
١٠- العصب تحت البطن.
١١- العصب البصرى.
١٢- عصب الوجه.
١٣- عصب اللسان والبلعوم.
١٤- العصب الحائر.
١٥- عصب تحت الاحشاء.
١٦- عصب الحوض.

اللون الآزرق = الجهاز العصبى السمبثاوى
اللون الاحمر = الجهاز العصبى الباراسمبثاوى

شكل (٢٢)
الجهاز العصبى الذاتى (الأتونومى)



شكل (٢٣)

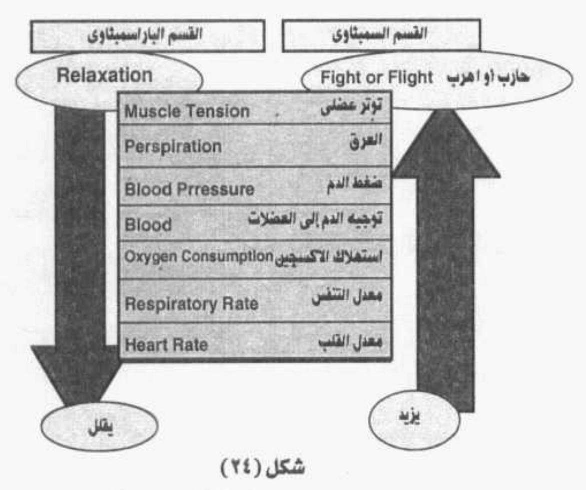
الممرات العصبية للأعصاب الصادرة من الجهاز العصبى

تسميتها «أرتح وأهضم - Rest and Digest» وهى حالة الاسترخاء التى يشعر بها الفرد بعد الأكل وخلالها تهدئ جميع أجهزة الجسم ويميل الفرد إلى النوم، وفى هذه الحالة يعمل القسم الباراسمبثاوى بأقصى درجة، والعكس من ذلك فإذا ما تعرض الإنسان لحالة من الخوف أو الفزع أو الاستعداد للقتال أو المنافسة فإنه فى مثل هذه الحالة تعمل كافة أجهزة الجسم فى قمة نشاطها، حيث يزيد نشاط الجهاز الدورى والتنفسى والتمثيل الغذائى وغيرها ليعد الجسم لمواجهة متطلبات الجهد البدنى إما بالمواجهة أو بالهرب؛ ولذلك تطلق على استجابة الجزء السمبثاوى مصطلح «قتال أو طيران Fight or - Flight»، وتطبيقا لعمل القسمين يمكن القول أن القسم الباراسمبثاوى يعمل خلال عمليات الاستشفاء بعد الجهد البدنى لكى يستعيد الجسم حالة

جدول (١٠)

وظائف الجهاز العصبى الذاتى أثناء الجهد البدنى

الجزء السمبثاوى	الجزء الباراسمبثاوى
زيادة معدل القلب وقوة انقباض عضلة القلب.	تقليل معدل القلب.
زيادة اتساع الأوعية التاجية لزيادة إمداد عضلة القلب بالدم لمقابلة زيادة متطلباتها.	تقليل اتساع الأوعية التاجية.
زيادة اتساع الأوعية الدموية لتسمح بزيادة دخول الدم إلى العضلات الهيكلية.	استعادة الأوعية الدموية لاتساعها العادى وتقليل دخول الدم إلى العضلات الهيكلية.
ارتفاع ضغط الدم ليسمح بتحسين ضخ العضلات وتحسين عودة الدم الوريدى إلى القلب.	استعادة ضغط الدم.
ضيق الأوعية الدموية فى معظم الأنسجة الأخرى لتوجيه الدم نحو العضلات النشطة .	استعادة اتساع الأوعية الدموية فى معظم الأنسجة الأخرى لتوجيه الدم من العضلات إليها.
اتساع الشعب الهوائية يحسن تبادل الغازات فى الرئتين.	عودة الشعب الهوائية إلى اتساعها العادى فى الرئتين.
زيادة معدل التمثيل الغذائى انعكاسا لزيادة الجهد البدنى لمقابلة زيادة متطلبات النشاط البدنى.	عودة معدل التمثيل الغذائى إلى معدله العادى انعكاسا لتخفيض الجهد البدنى.
زيادة النشاط الذهنى لتحسين الإحساس بالمثيرات الحسية وزيادة التركيز على الأداء.	تهدئة النشاط الذهنى.
خروج الجلوكوز من الكبد إلى الدم كمصدر للطاقة .	عدم خروج الجلوكوز من الكبد إلى الدم كمصدر للطاقة.
تقليل نشاط الوظائف غير المطلوبة أثناء النشاط البدنى مثل الهضم ووظائف الكلى لتوفير الطاقة للأداء الحركى.	استعادة نشاط الوظائف غير المطلوبة أثناء النشاط البدنى مثل الهضم ووظائف الكلى لتوفير الطاقة للأداء الحركى.



شكل (٢٤)

التعب المركزى Central Fatigue

الاستقرار التجانسى، ويتخلص من تأثيرات الجهد المسببة للتعب، كما يعمل الجزء السمبثاوى أثناء الممارسة الرياضية سواء بهدف الصحة أو بهدف المنافسة لكى يعد أجهزة الجسم حتى تواجه التحديات البدنية والفسيولوجية التى تواجه الرياضى.

مفهوم التعب المركزى

يعرف التعب العضلى فسيولوجيا بأنه عدم المقدرة على استمرار الاحتفاظ ببذل الجهد Enoka & Stuar, 1992، وهو يمثل موضوعا حيويا ليس فى مجال فسيولوجيا الرياضة فقط ولكن أيضا فى مجال فسيولوجيا الإنتاج وفسيولوجيا الفضاء، لما للتعب من دور هام فى تحديد قدرات الإنسان على الأداء البدنى وانعكاس ذلك على العمل والإنتاج وكل أوجه النشاط البشرى.

اتجاه الدراسات العلمية فى مجال التعب العضلى

اتخذت الدراسات فى هذا المجال اتجاهين أساسيين، هما الكشف عن موضع حدوث التعب، والآخر هو الكشف عن آليات حدوث التعب.

نظريات التعب العضلى

تبلورت نتائج الدراسات فى تحديد موضع حدوث التعب فى نظريتين هما:

النظرية الطرفية: التى تحدد مكان التعب فى العضلة ذاتها أو ما يطلق عليه التعب الطرفى Peripheral Fatigue.

النظرية المركزية: التى تحدد مكان حدوث التعب فى الجهاز العصبى أو ما يطلق عليه التعب المركزى Central Fatigue.

بداية الدراسات العلمية فى مجال التعب العضلى

كانت بداية النظرية الطرفية حينما سجل مارى Marey سنة ١٩٦٨ انخفاض العمل الميكانيكى للعضلة تحت تأثير استمرار تنبيه العصب المغذى لها بالتيار الكهربى، بينما بدأت النظرية المركزية بنتائج العالم الإيطالى موسو Mosso سنة ١٨٩٠ حينما أثبت إمكانية استعادة مقدرة العضلة المتعبة للعمل والانقباض عند تنبيه المغذى لها.

ما انتهت إليه الدراسات فى مجال التعب العضلى فى مجال التعب الطرفى

إن أسباب التعب الطرفى تحدث فى العضلة ذاتها بداية من انتقال الإشارة العصبية من النهاية العصبية الحركية الطرفية Motor end plate حتى تتخلل العضلة Sjogaard ١٩٧٨ واختلال ظهور وامتصاص الكالسيوم داخل الشبكة الساركوبلازمية .Sarcoplasmic Reticulum Fitts & Metzget ١٩٩٣، واستنفاد مصادر الطاقة Coggan & Coyle, ١٩٩١ وبعض المتغيرات الأخرى المرتبطة بعمليات التمثيل الغذائى لتشكيل الطاقة والانقباض العضلى.

فى مجال التعب المركزى

لم تتوصل الدراسات فى جانب التعب المركزى إلا إلى بعض العوامل الخارجية التى تعتبر مؤشرا للتعب المركزى مثل الاستدلال بظهور

التعب فى الأطراف غير المشاركة فى العمل العضلى، وكذلك أن التأثير الإيجابى للراحة النشطة هو أيضا مؤشر للتعب المركزى Sitchinov, ١٩٣٥ ولم تعط الدراسات تفسيرا لآليات التعب المركزى.

افتراضية التعب المركزى

Central Fatigue Hypothesis

* فى سنة ١٩٨٧ حدثت طفرة فى أبحاث التعب المركزى حينما اكتشف العالم الكيميائى أريك نيوشولم Eric Newsholme من جامعة أكسفورد هو وزملاؤه افتراضية جديدة لتفسير حدوث التعب المركزى.
* تقوم هذه الافتراضية على أن من أسباب التعب المركزى زيادة تركيز السيروتونين Serotonin فى المخ أو 5HT اختصار المصطلح 5_ Hydroxytryptoamin وهى مادة كيميائية يقوم المخ بتصنيعها من حامض أمينى يسمى تربتوفان Tryptophan.
* تقوم هذه المادة بوظيفتها كناقل عصبى Neurotransmitter بمعنى أنها تقوم بنقل الإشارات العصبية بين الخلايا العصبية.
* وجد أن لها تأثيرا تثبيطيا Inhibitory Effect لذلك يرتبط زيادة تركيزها فى المخ بزيادة التعب والنوم، ويظهر هذا التأثير فى انخفاض مستوى الأداء الرياضى نتيجة للتعب Newsholme et al 1987.

دور التربتوفان فى زيادة 5-HT فى المخ

التربتوفان فى الدم

يوجد التربتوفان فى الدم على صورتين فى إحداهما يكون مرتبطا ببروتين الألبومين Albumin والأخرى غير مرتبط أى تربتوفان حر Free Tryptophan، وهذا النوع يتنافس للانتقال من الدم إلى المخ مع مجموعة من الأحماض الأمينية الأخرى تسمى سلسلة الأحماض الأمينية المتفرعة (Branched Chain Amino Acids) (BCAAs) وهى عبارة عن ثلاثة أحماض أمينية أساسية هى الليوسين والأيسوليوسين والفالين تستخدم فى العضلات لتشكيل الطاقة ويزداد معدل أكسدتها أثناء التدريب Wagenmakers, et al. 1989.

دخول التربتوفان إلى المخ أثناء الراحة

ونتيجة لهذا التنافس بين BCAAs والتربتوفان لدخول المخ تقل كمية التربتوفان التى تدخل المخ وبذلك تقل فرصة حدوث التعب المركزى أثناء الراحة.

دخول التربتوفان إلى المخ أثناء العمل

يزيد التربتوفان فى الدم أثناء العمل العضلى، بالتالى تزيد فرصة انتقاليته من الدم إلى المخ وبالتالى يتحول إلى 5-HT مسببا التعب المركزى.

أسباب زيادة التريبتوفان الحر في الدم

أولا: انخفاض تركيز BCAAs في الدم

* تنخفض BCAAs فى الدم نتيجة زيادة أكسدتها فى العضلات لإنتاج الطاقة فى أثناء العمل العضلى لفترة طويلة كسباق المار ثون.

* دراسة تأثير تناول BCAAs على مقاومة حدوث التعب المركزى بزيادة نسبة BCAAs إلى التربتوفان فى الدم، حيث تناول الرياضيون ٧,٥ إلى ٢١ جراما من BCAAs قبل وأثناء سباق المارثون وسباق ضاحية الانزلاق على الجليد ومباراة كرة القدم، إثبات حدوث تحسن بدرجة قليلة فى كل من مستوى الأداء البدنى والعقلى.

* لكن نتائج دراسات أخرى تشير إلى عدم حدوث تغيرات لتناول BCAAs تحت تأثير الجرى على السير المتحرك.

* كما أن بعض الدراسات أشارت إلى أن تناول BCAAs بكميات تكفى للتأثير على نسبة BCAAs إلى التربتوفان يمكن أن تؤدى إلى نتائج عكسية، حيث يحدث التعب مبكراً نتيجة عدة عوامل من بينها زيادة الأمونيا فى البلازما؛ ولهذا تأثير سلبى على التمثيل الغذائى فى العضلة وتأثير سام على المخ.

ثانيا: زيادة تركيز الأحماض الدهنية في الدم

* عند استمرار العمل العضلى لفترة طويلة ينخفض مخزون الجليكوجين فى العضلات ولتعويض ذلك يزيد خروج الأحماض الدهنية من الخلايا الدهنية إلى الدم لأكسدتها فى العضلات.

* عندما يزيد تركيزها فى الدم لأعلى من ١ مللى مول يزداد اتحاد هذه الأحماض الدهنية مع الألبومين بدلا من ارتباط التربتوفان به.

* نتيجة لذلك يزيد التربتوفان الحر فى الدم.

* شجع ذلك الباحثين فى مجال تغذية الرياضيين لدراسة كيف يمكن مقاومة التعب المركزى من خلال دراسة تأثير تناول الكربوهيدرات للحفاظ على مخزون الجسم من الجليكوجين كخط دفاعى حتى لا يضطر الجسم لأكسدة BCAAs من جهة، ولتقليل الحاجة إلى الدهون لإنتاج الطاقة أثناء العمل العضلى لفترة طويلة من جهة أخرى، وبذلك يمكن تجنب التأثير السلبى لتناول BCAAs والاستفادة بتأثير الكربوهيدرات على تقليل تركيز التربتوفان الحر ونسبة التربتوفان إلى BCAAs فى الدم، وبذلك يتم تثبيط إنتاج 5-HT فى المخ، وبالتالى تأخير حدوث التعب المركزى Davis et al. ١٩٩٢.

دور الناقل العصبى 5-HT فى التعب المركزى

يمكن تقسيم المجالات الفسيولوجية لتأثير 5-HT فى المخ إلى ثلاث مجموعات هى:

١- يؤثر 5-HT على النوم واليقظة والناحية المزاجية، حيث يؤدى عند حقنه فى الحيوانات إلى النوم الكامل وعند نقصه يحدث الأرق واليقظة وعدم النوم.

٢- يؤثر 5-HT على الجهاز العصبى الذاتى والجهاز الهرمونى، حيث يؤدى عند زيادته إلى تثبيط دور الهيبوثالاماس فى المخ فى إفراز العوامل المتحكمة فى معدل إفرازات الهرمونات المنبهة من الغدة النخامية والتى تتحكم فى وظائف الغدد الصماء الأخرى بالجسم.

٣- يؤدى نقص 5-HT إلى زيادة استثارة الخلايا العصبية الحركية فى الجهاز العصبى.

وترتبط حالة التدريب الزائد Overtraining لدى الرياضيين بزيادة مستوى 5-HT فى الأعصاب الطرفية، كما أنه ينبه الأعصاب الحسية للجهاز العصبى السمبثاوى مما يسبب زيادة معدل القلب والتى تعتبر من علامات التدريب الزائد Newsholme et al. 1992.

وفيما يلى بعض التوصيات التطبيقية لمواجهة التعب المركزى:

١- تناول الغذاء الغنى بالكربوهيدرات

- قبل المنافسات الطويلة بفترة لا تقل عن ٢-٣ ساعة، حيث تمتص فى الدم على شكل جلوكوز يساعد كوقود للعضلات ويقلل الاعتماد على الدهون أو الأحماض الأمينية.

٢- تجنب التدريب أو المنافسات فى حالة الشعور بالجوع حتى لا يلجأ الجسم إلى الدهون أو الأحماض الأمينية وزيادة التربتوفان فى الدم نتيجة لذلك.

٣- تجنب تناول أغذية غنية بالدهون قبل التدريب أو المنافسة حتى لا يؤدى ذلك إلى زيادة الأحماض الدهنية فى الدم، وبالتالى زيادة التربتوفان الحر وبالتالى زيادة 5-HT فى المخ.

٤- عند التدريب أو المنافسة الطويلة يوصى بتناول الأغذية التى تتميز بارتفاع المؤشر الجلوكوزى (Glycemic Index G)، أى سريعة الامتصاص وتوصيل الجلوكوز فى الدم حتى تساعد فى عدم اللجوء إلى استخدام الأحماض الدهنية، وأفضل هذه الأغذية هى المشروبات الرياضية والزبيب والخبز والبطاطس.

٥- التأكيد على إتاحة الفرصة للراحة الكافية للاستشفاء من خلال ساعات النوم الكافية والراحة الأسبوعية وتموج حمل التدريب بين الارتفاع والانخفاض وذلك تجنبا للتعب المركزى.

٦- تجنب تناول البروتينيات قبل المنافسة تجنباً للتأثيرات السلبية على التمثيل الغذائى لإنتاج الطاقة وزيادة الأمونيا فى الدم.

جدول (١١)
ملخص لوظائف الجهاز العصبى

العضو الرئيسى	العضو الفرعى	أجزاء العضو	الوظائف
المخ	المخ المقدمى	المنطقة الحركية	بالتحكم فى حركات الجسم
		المنطقة الحسية	تستقبل الإحساسات المختلفة مثل اللمس والألم والحرارة والضغط والإحساس العضلى
		المنطقة السمعية	استقبال الأصوات من الأذن.
		المنطقة البصرية	استقبال الإحساسات البصرية من العين
		العقد العصبية القاعدية	تنظيم الحركات اللا إرادية
	الدماغ المتوسط	الثالاماس	يستقبل كل الإحساسات
		الهيبو ثالاماس	المحافظة على الاستقرار التجانسى التحكم فى الجهاز العصبى الذاتى الأوتونومى(معدل القلب - معدل التنفس - ضغط الدم) درجة حرارة الجسم - توازن السوائل - التحكم العصبى الهرمونى - الانفعالات - العطش - تناول الغذاء - دورة النوم واليقظة
	المخيخ		استقبال الإشارات العصبية عن وضع الجسم فى الفراغ من القنوات الهلالية فى الأذن. التوافق بين الحكات الإرادية المركبة. المحافظة على النغمة العضلية. الأفعال الانعكاسية للمحافظة على القوام والتوازن. المحافظة على التوقيت الطبيعى للمهارات الحركية.
	جذع المخ	المخ الأوسط	الانعكاسات الاسترشادية (تدوير الرأس وتحريك العين فى اتجاه المثير) -النغمة العضلية -الوظائف اللا إرادية.
		القنطرة «قنطرة فارول»	تقوم بالربط بين المخ الأوسط والنخاع المستطيل لوضعها بينهما.
		النخاع المستطيل	يقوم بالربط بين النخاع الشوكى والقنطرة وبه تجمعات المراكز العصبية المسئولة عن الوظائف الحيوية
النخاع الشوكى			توصيل الإشارات العصبية من وإلى المخ - الأفعال الانعكاسية - توجيه العمل العضلى.

ملخص

* يتكون الجهاز العصبى من مجموعة كبيرة من الخلايا تعد بالملايين ولكنها خلايا عصبية ذات طبيعة خاصة، حيث تتميز بقدرتها على الاستثارة وتوصيل الإشارة العصبية من جهة إلى أخرى، وتتجمع بعض هذه الخلايا لتكون ما يسمى بالمراكز العصبية التى تستقبل الإشارات العصبية الحسية من جميع أجزاء الجسم لتقوم بدورها بإصدار الإشارات العصبية الحركية، ومن هذه المراكز العصبية المترابطة يتكون الجهاز العصبى.

• تتلخص وظيفة الجهاز العصبى فى المجال الرياضى فى الآتى:

* هو المسئول عن كل عمليات التعلم الحركى وتقوم الذاكرة بحفظ طريقة الأداء الحركى.
* التحكم فى دقة الأداء الحركى من حيث القوة والسرعة وتحديد الاتجاهات لحركة الجسم ككل أو لإجرائه.
* يسيطر على الحركات التوافقية من خلال تنسيق التوافق بين الوحدات الحركية بالعضلة ذاتها وكذا بين المجموعات العضلية.
* يلعب دورا هاما فى العمليات النفسية الانفعالية كالخوف والغضب المصاحبة للنشاط الرياضى.
* تحسن الصحة النفسية من خلال تحسن الحالة المزاجية عند ممارسة الرياضة المعتدلة بهدف الصحة.
* مسئول عن الحركات التى تتطلب توازنا ورشاقة ودقة فى الأداء.
* مسئول عن ردود الأفعال الانعكاسية.
* يلعب دورا رئيسيا فى أنشطة القوة والسرعة.
* هو المسئول عن نمو القوة لدى الأطفال والإناث وفى الفترة الأولى لبرامج تنمية القوة.
* التحكم فى الإيقاع الحيوى لعمل أجهزة الجسم وتوقيتات النشاط والراحة.
* التأقلم مع الظروف البيئية الخارجية مثل التدريب فى المرتفعات والجو البارد والجو الحار وتغير التوقيت الزمنى.
* تعتبر الخلية العصبية الوحدة الوظيفية والبنائية للجهاز العصبى، وهى تلعب دورا رئيسيا لتحقيق الوظائف الأساسية للجهاز العصبى أثناء الممارسة الرياضية.
* تساهم الخلية العصبية فى تحقيق صفة السرعة فى الأداء من خلال سرعة سريان الإشارة العصبية خلال الخلية العصبية وانتقالها إلى الخلايا الأخرى.
* تحتاج الخلية العصبية بصفة مستمرة إلى توفير الغذاء لها أثناء الأداء ومعظمه من سكر الجلوكوز؛ لذا يعمل الدم على الحفاظ على مستوى السكر لا ينقص عن حدود معينة وإلا نتج عن ذلك الإغماء.
* إمكانية حدوث التعب فى أماكن الاتصال بين الخلايا وبعضها البعض، أو بين الخلية العصبية والخلية العضلية، أو نتيجة اختلال الحالة الفيزيائية للعضلة نتيجة اختلال التوزيع النسبى للصوديوم والبوتاسيوم حول جدار الخلية العصبية.
* تنقسم الخلايا العصبية من الناحية الوظيفية إلى ثلاثة أنواع هى: الخلايا العصبية الموردة

(الحسية) - الخلايا العصبية المصدرة - الخلايا العصبية الداخلية.

* تعتبر الخلية العصبية الوحدة الوظيفية للجهاز العصبى وتعتمد فى القيام بوظيفتها على عمليات التمثيل الغذائى التى تتميز بالسرعة وزيادة الاستهلاك النسبى لكل من الأكسچين والجلوكوز بشكل أساسى، ففى وقت الراحة يصل استهلاك المخ من الأكسوين إلى ٢٥٪ من استهلاك الأكسچين الكلى بالجسم فى الوقت الذى يمثل فيه المخ مقدار ٢٪ من حجم الجسم الكلى ويحتاج الأطفال إلى حوالى ٥٠٪ من الأكسچين الكلى للجسم.

* لا يستطيع الجهاز العصبى أن يعمل بدون الأكسچين ولو لفترات قصيرة فيكفى أن يؤدى نقص الأكسچين عن الجهاز العصبى إلى حدوث تغيرات غير طيبة تظهر أعراضها على النخاع الشوكى بعد ٢٠-٣٠ دقيقة وبعد ١٥-٢٠ دقيقة تظهر فى المخ وبعد ٥-٦ دقائق تظهر فى قشرة المخ.

* يعتبر الجلوكوز هو المصدر الرئيسى للمخ، حيث يحتاج مخ الإنسان إلى حوالى ١١٥ جراما من سكر الجلوكوز خلال ٢٤ ساعة، ويحصل الجهاز العصبى على حاجته من الجلوكوز من الدم.

* الإشارة العصبية هى شحنة كهربائية تنتقل من خلية عصبية إلى أخرى حتى تصل إلى العضو المطلوب توصيلها إليه من أعضاء الجسم، مثل انتقال الإشارة العصبية إلى مجموعة عضلية معينة.

* حينما تكون نسبة تركيز أيونات البوتاسيوم قليلة مع زيادة وجود أيونات ذات شحنة سالبة مثل الكلورين مما يغلب الشحنة السالبة فيصبح داخل جدار الخلية سالب الشحنة وبفارق، - ٧٠ مللى ڤولت، وهكذا مادام هناك فرق جهد كهربائى بهذا الشكل تصبح الخلية فى حالة استقطاب.

* تبقى الخلية فى حالة استقطاب ما لم تتأثر بأى مثير وفى حالة الخلية العصبية يكون المثير هو انتقال الإشارة العصبية إليها عن طريق الناقل العصبى فى شكله الكيميائى فيؤدى إلى تغير حالة الخلية العصبية من حالة الراحة أو الاستقطاب إلى فقد الاستقطاب.

* تختلف سرعة سريان الإشارة العصبية تبعا لعاملين: مقدار حجم قطر محور الخلية العصبية، حيث تمر الخلية أسرع خلال المحور الذى يتميز بكبر حجم محيطه - وطبيعة غشاء السطح الخارجى للمحور العصبى الحركى المغطى بطبقة بغلاف من طبقة دهنية يسمى ميلين شيت.

* تنتقل الإشارة العصبية من خلية إلى أخرى من خلال منطقة معينة وعن طريق مباشر كهربائيا أو بواسطة ناقل عصبى يتم استقباله والتعامل معه عن طريق مستقبلات عصبية.

* حينما تنتهى الإشارة العصبية من سريانها خلال الخلية فإنها تنتقل إلى خلية تالية، وهكذا حتى تصل إلى هدفها وتتم عملية الانتقال فى منطقة بين الخليتين تسمى منطقة الاتصال العصبى.

* تنتقل الإشارات العصبية بين الخلايا العصبية وبعضها بواسطة مادة كيميائية تسمى الناقل العصبى Neurotransmitter تعبر هذه المادة المسافة الفاصلة أو الفجوة بين الخليتين وتتفاعل مع مادة كيميائية أخرى تسمى المستقبل Receptor لتنتشر بعد ذلك الإشارة العصبية فى الخلية الأخرى.

* تختلف الناقلات العصبية فى طبيعة الإشارات العصبية التى تنقلها حيث إن بعضها له تأثير منبه Excitatory Effect والبعض الآخر له تأثير تثبيطى Inhibitory Effect. وهناك أكثر من ٤٠ ناقلا عصبيا.

* يعتبر الأستيل كولين Acetylcholine والنور ابنفرين Norepinephrine هما الناقلين الأساسيين لتنظيم الاستجابات الفسيولوچية أثناء الجهد البدنى، حيث يعتبر الأستيل كولين هو الناقل العصبى الأساسى للخلايا العصبية الحركية لتنبيه العضلات الهيكلية.

* يعتبر السيروتونين كناقل عصبى مسئولا عن كثير من العمليات الفسيولوچية بالجسم تشمل النشاط الحركى ونشاط الجهاز الدورى والتنفسى والتحكم فى درجة حرارة الجسم، كما يؤثر أيضا على السلوكيات مثل الأكل والنوم والعدوانية.

* هناك أعضاء الحس المسئولة عن الحس الخاص مثل العين للبصر والأذن للسمع واللسان للتذوق والأنف للشم، وتحتوى أعضاء الحواس الخاصة على العديد من المستقبلات الحسية، فمثلا الأذن الداخلية تحتوى على ١٦,٠٠٠ مستقبل حسى، وتزيد باقى الأجزاء المرتبطة بها عن مليون مستقبل حسى، وتضم العين الواحدة حوالى مليون مستقبل حسى.

* تنقسم المستقبلات الحسية إلى خمسة أنواع رئيسية تبعا لنوع المثير الذى تستقبله هى المستقبلات الميكانيكية - المستقبلات الحرارية - المستقبلات الكهرومغناطيسية - المستقبلات الكيميائية.

* يقوم المخ بكثير من الوظائف الهامة أثناء الأداء الحركى لضبط أداء الحركات الإرادية وكذلك تحتفظ الذاكرة بالمعلومات المطلوبة لتنفيذ الواجبات الحركية عند التعلم الحركى كما يقوم المخ بالتحكم فى السلوك الحركى، عامة وكذا الانفعالات النفسية التى تصاحب النشاط البدنى.

* يقوم المخ باستقبال المعلومات المختلفة عن علاقات أجزاء الجسم ببعضها البعض وكذا علاقاتها مع ما يحيط بها فى البيئة الخارجية وعن اتجاه الحركة وسرعتها، وتستخدم هذه المعلومات فى توجيه حركات الجسم المختلفة.

* يمكن تقسيم التحكم الحركى إلى ثلاثة أنواع هى: التحكم فى القوة العضلية والتحكم فى حركة الجسم وأجزائه فى الفراغ والتحكم فى زمن الحركة.

* ويمر الرياضى فى خلال المنافسات الرياضية بكثير من الحالات الانفعالية فى شكل القلق والعدوانية والخوف والمرح والسعادة، كما أن الممارسة الرياضية بهدف الوقاية الصحية أثبتت الدراسات أن لها تأثيرها الجيد على الحالة المزاجية.

* تظهر بعض التغيرات الوظيفية لتكيف الجهاز العصبى نتيجة لعملية التعلم الحركى، حيث يظهر التأثير الإيجابى للتعلم الحركى من خلال تحسين التوازن ما بين عمليات الاستثارة والكف فى المخ.

* يحتفظ المخ فى الذاكرة بطريقة الأداء الحركى وتصميمات الحركات المختلفة وكذلك خطط اللعب، ولكى تتم عمليات التثبيت وعدم النسيان السريع فإن استخدام وسائل حسية متعددة لتوصيل المعلومة وتثبيتها يتطلب فى المجال الرياضى استخدام الشرح اللفظى الذى يخاطب المنطقة السمعية فى المخ والنموذج العملى الذى يخاطب المنطقة البصرية فى المخ والأداء الحركى نفسه تحت ظروف مختلفة مع التكرار.

* يوجد النخاع الشوكى داخل القناة الشوكية ويمتد داخل العمود الفقرى حتى المنطقة القطنية ويتصل بالمخ عن طريق النخاع المستطيل.

* ويقوم النخاع الشوكى بدور هام فى:

* توجيه عمل العضلات العاملة فى الجسم فيما عدا عضلات الوجه.

* التوافق بين عمل المجموعات العضلية المختلفة عن طريق الانعكاسات الحركية.

* توصيل الإشارات العصبية من وإلى المخ.

* الفعل الانعكاسى بأنواعه المختلفة.

* يلعب دورا هاما فى التحكم فى الحركات الإرادية عن طريق تحديد التصميم الدقيق للحركة عند أداء الحركات المتوقعة بالتعاون مع المراكز العصبية العليا.

* الجهاز العصبى الطرفى لا يقصد به أنه جهاز آخر ينفصل عن الجهاز العصبى المركزى ولكنه فى الحقيقة يتكون من باقى أجزاء الجهاز العصبى خارج الجمجمة والعمود الفقرى أى خارج الجهاز العصبى المركزى وهو وسيلة الاتصال بين الجهاز العصبى المركزى وكل ما هو خارجه سواء داخل الجسم أو خارجه، وذلك عن طريق الأعصاب الحسية أو الواردة إلى الجهاز العصبى المركزى بالمعلومات Afferent Nerves والأعصاب الحركية الصادرة عن الجهاز العصبى المركزى Efferent Nerves وتعرف باسم الأعصاب السوماتيك Somatic Nerves.

* يتلقى الجهاز العصبى المركزى المعلومات المختلفة عن بيئة الجسم الداخلية وكذا البيئة الخارجية المحيطة به من خلال أعضاء الحس المختلفة الموجودة فى مختلف مناطق الجسم، وأهمها المغازل العضلية فى العضلات وأعضاء جولجى الوترية فى الأوتار وكبسولات بسبنيان فى المفاصل.

* يعتبر الجهاز العصبى الذاتى أو الأوتونومى أحد أجزاء الجهاز العصبى وهو يعتبر جزءا من القسم الحركى للجهاز الطرفى، ويعتبر هو الجهاز المسئول عن جميع الوظائف اللا إرادية

الداخليـة، حـيث يقـوم بتـنظيم ضـغط الدم ومـعـدل القلب والتنفس وتوازن الماء ودرجـة حـرارة الجـسم وتوزيع الدم وجـمع آخـر من وظائف الاستقرار التـجانسي وهو المسئول عن الانفعال Emotion أيضا.

* يعرف الـتعب العـضلي فسيـولوچيا بـأنه عدم المقدرة على اسـتمرار الاحـتفاظ ببذل الجـهد Enoka & Stuar, 1992، وهو يمثل موضوعاً حيويا ليس في مجال فسيولوچيا الرياضة فقط ولكن أيضـا في مجـال فـسيـولوچيا الإنتـاج وفسيولوجيا الفضاء لما للتعب من دور هام في تحديد قدرات الإنسان على الأداء البدني

* أن من أسـبـاب التعب المـركزي زيادة تركـيـز السـيــروتونين Serotonin في المخ أو 5-HT اخـتـصـار المصطلح 5- Hydroxytryptoamin وهي مادة كـيميـائية يقوم المـخ بتصنيعـها من حامض أميني يسمى تربتوفان Tryptophan.

أسئلة للمراجعة

١- مم يتكون الجهاز العصبى عامة وما هى أهم وظائفه أثناء النشاط البدنى؟

٢- مم تتكون الخلية العصبية وما هى أنواعها وأهم خصائصها؟

٣- كيف تنتقل الإشارة العصبية وما هى العوامل المؤثرة على سرعة انتقالها؟

٤- ما هى أنواع الناقلات العصبية وما هو دورها فى أثناء النشاط البدنى؟

٥- ما هى أنواع المستقبلات الحسية وما هى أهم أنواعها؟

٦- مم يتكون الجهاز العصبى المركزى وما هى أهم وظائف المخ فى أثناء النشاط البدنى؟

٧- ما هى عناصر التحكم الحركى وكيف يقوم الجهاز العصبى المركزى بتنظيم ذلك؟

٨- يلعب المخ دورا هاما فى عمليات التذكر - الناحية النفسية - وضح ذلك؟

٩- ما هو دور المخيخ أثناء النشاط البدنى؟

١٠- أين يوجد النخاع الشوكى وما هى أهم وظائفه؟

١١- ما هو الفعل المنعكس ومم يتكون مع ذكر بعض الأفعال المنعكسة أثناء الأداء الرياضى؟

١٢- ما هو دور الجهاز العصبى الذاتى؟

١٣- ما هى أهم وظائف الجهاز العصبى السمبثاوى وما يقابلها من وظائف الجهاز العصبى الباراسمبثاوى؟

١٤- ما هو مفهوم التعب عامة والتعب المركزى خاصة؟

١٥- ما هو دور السيروتونين فى آلية حدوث التعب المركزى؟

١٦- ما هو دور المدرب فى مقاومة التعب المركزى؟

المفردات GLOSSARY

فرق الجهد عند الاستثارة Action Potential

تبقى الخلية فى حالة استقطاب ما لم تتأثر بأى مثير وفى حالة الخلية العصبية يكون المثير هو انتقال الإشارة العصبية إليها عن طريق الناقل العصبى فى شكله الكيميائى فيؤدى إلى تغير حالة الخلية العصبية من حالة الراحة أو الاستقطاب إلى فقد الاستقطاب Depolarization.

التعب المركزى Central Fatigue

يعرف التعب العضلى فسيولوجياً بأنه عدم المقدرة على استمرار الاحتفاظ ببذل الجهد Enoka & Stuar, 1992، وهو يمثل موضوعاً حيوياً ليس فى مجال فسيولوجيا الرياضة فقط ولكن أيضاً فى مجال فسيولوجيا الإنتاج وفسيولوجيا الفضاء لما للتعب من دور هام فى تحديد قدرات الإنسان على الأداء البدنى وانعكاس ذلك على العمل والإنتاج وكل أوجه النشاط البشرى.

الاتصال العصبى الكيميائى Chemical Synapses

وهو يعتبر الوسيلة الرئيسية للاتصالات العصبية والتى تستخدم الناقلات العصبية لنقل الإشارة العصبية من خلية إلى أخرى وهو أساسا يتم لنقل الإشارة العصبية من الخلية العصبية إلى الليفة العضلية وتسمى فى هذه الحالة الإيصال العصبى العضلى Neuromuscular Junction.

الاتصال العصبى الكهربائى Electrical synapses

حينما تنتقل الإشارة العصبية من خلية إلى أخرى على شكل تيار كهربائى ينتقل مباشرة من سيتوبلازم الخلية إلى الأخرى من خلال الفراغ بين الخليتين.

الإشارة العصبية Nerve Impulse

الإشارة العصبية هى شحنة كهربائية تنتقل من خلية عصبية إلى أخرى حتى تصل إلى العضو المطلوب توصيلها إليه من أعضاء الجسم مثلاإنتقال الإشارة العصبية إلى مجموعة عضلية معينة.

الخلية العصبية The Neuron

تعتبر الخلية العصبية الوحدة الوظيفية والبنائية للجهاز العصبى وهى تلعب الدور الرئيسى لتحقيق الوظائف الأساسية للجهاز العصبى أثناء الممارسة الرياضية.

الناقلات العصبية Neurotransmitters

تختلف الناقلات العصبية فى طبيعة الإشارات العصبية التى تنقلها حيث أن بعضها له تأثير منبه Excitatory Effect والبعض الآخر له تأثير تثبيطى Inhibitory Effect. وهناك أكثر من ٤٠ ناقلا عصبيا.

الفعل المنعكس Reflex Action

الفعل المنعكس هو رد فعل الجسم لا إراديا لأى استثارة تحدث، ويتم من خلال ما يسمى القوس المنعكس Reflex Arc حيث تمر الإشارات

العصبية الحسية من خلال المستقبل العصبى للخلية العصبية الحسية إلى الجهاز العصبى المركزى ومنه مرة أخرى تنقل الخلايا العصبية الحركية الأوامر بالاستجابة إلى عضو الجسم المستهدف.

فرق الجهد الكهربائى للغشاء فى حالة الراحة

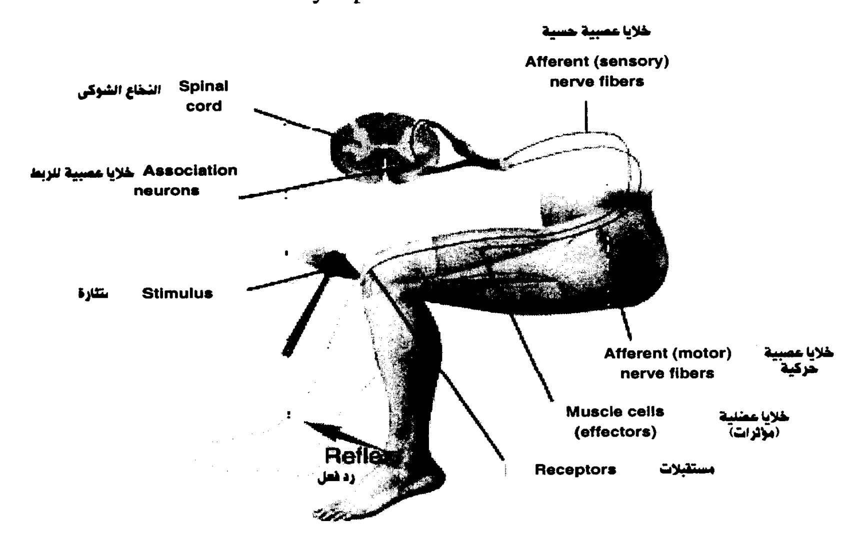
Resting Membrane Potential

يبلغ فرق الجهد الكهربائى لغشاء الخلية العصبية فى حالة عدم الاستثارة أو انتقال الإشارة العصبية حوالى - ٧٠ ميللى ڤولت بالسالب، ويرجع ذلك إلى زيادة تركيز أيون البوتاسيوم الموجب الشحنة (K +)داخل الخلية والعكس زيادة تركيز أيون الصوديوم الموجب الشحنة أيضا (Na+) خارج الخلية.

ويتم ذلك عندما يقل فرق الجهد عن - ٧٠ مللى ڤولت حتى يصل إلى صفر ويزيد فقد الاستقطاب حتى يصل إلى ١٥-٢٠ مللى ڤولت وهنا تحدث حالة زيادة فقد الاستقطاب Hyper polarization وتصبح الخلية فى حالة فرق الجهد عند الاستثارة Action Potential أى تتغير الشحنة ويصبح سطح الغشاء الخارجى سالب الشحنة والعكس يصبح السطح الداخلى موجب الشحنة نتيجة زيادة دخول الصوديوم موجب الشحنة إلى داخل الخلية.

منطقة الاتصال العصبى Synapse

حينما تنتهى الإشارة العصبية من سريانها خلال الخلية فإنها تنتقل إلى خلية تالية، وهكذا حتى تصل إلى هدفها وتتم عملية الانتقال فى منطقة بين الخليتين تسمى منطقة الاتصال العصبى Synapse.



شكل (٢٥)
Reflex Action الفعل المنعكس

الفصل الرابع

الغدد الصماء والهرمونات

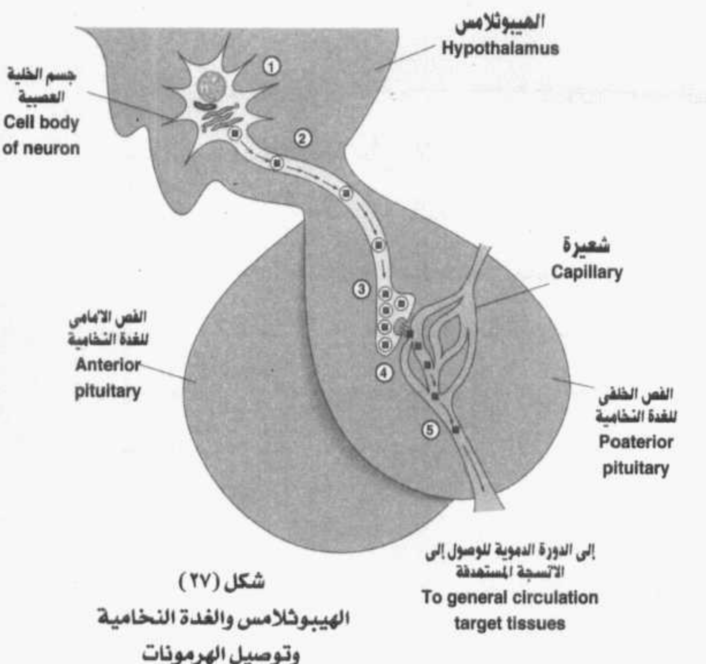
- الهرمونات.
- هرمونات الغدة النخامية وأهم وظائفها.
- هرمونات الغدد الصماء الأخرى وأهم وظائفها.
- هرمونات الأنسجة الأخرى وأهم وظائفها.
- وظائف الهرمونات أثناء النشاط البدنى.

يهدف هذا الفصل إلى:

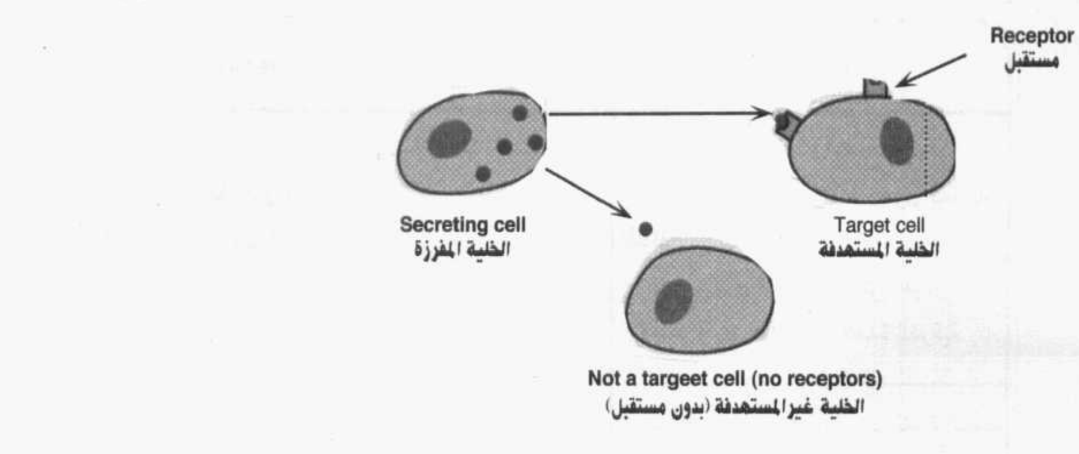
- التعرف على نشاط الغدد الصماء والأنسجة فى إفراز الهرمونات وتأثيرها العام على وظائف الجسم.
- التعرف على دور الهرمونات خلال العمليات الفسيولوچية الحيوية أثناء النشاط البدنى من حيث عمليات التمثيل الغذائى وتعبئة نظم الطاقة أثناء النشاط البدنى.
- التعرف على دور الهرمونات فى ضبط بيئة الجسم الداخلية أثناء النشاط البدنى من حيث توازن سوائل الجسم وديناميـة الدم فى الأوعية الدموية.
- التعرف على دور الهرمونات خلال عمليات استشفاء وبناء بروتين الجسم.
- التعرف على دور الهرمونات وتأثيرها على الوظيفة المناعية تحت تأثير التدريب عالى الشدة والتدريب المعتدل.
- التعرف على دور الهرمونات وتأثيرها على تحسين حالة الفرد النفسية تحت تأثير الممارسة الرياضية.
- التعرف على دور الهرمونات وتأثيرها على ضبط الساعة البيولوچية والإيقاعات الحيوية وكيفية إعداد الفرق الرياضية للبطولات البعيدة عن البلد الأصلى واختلاف التوقيتات.

الهرمونات Hormones

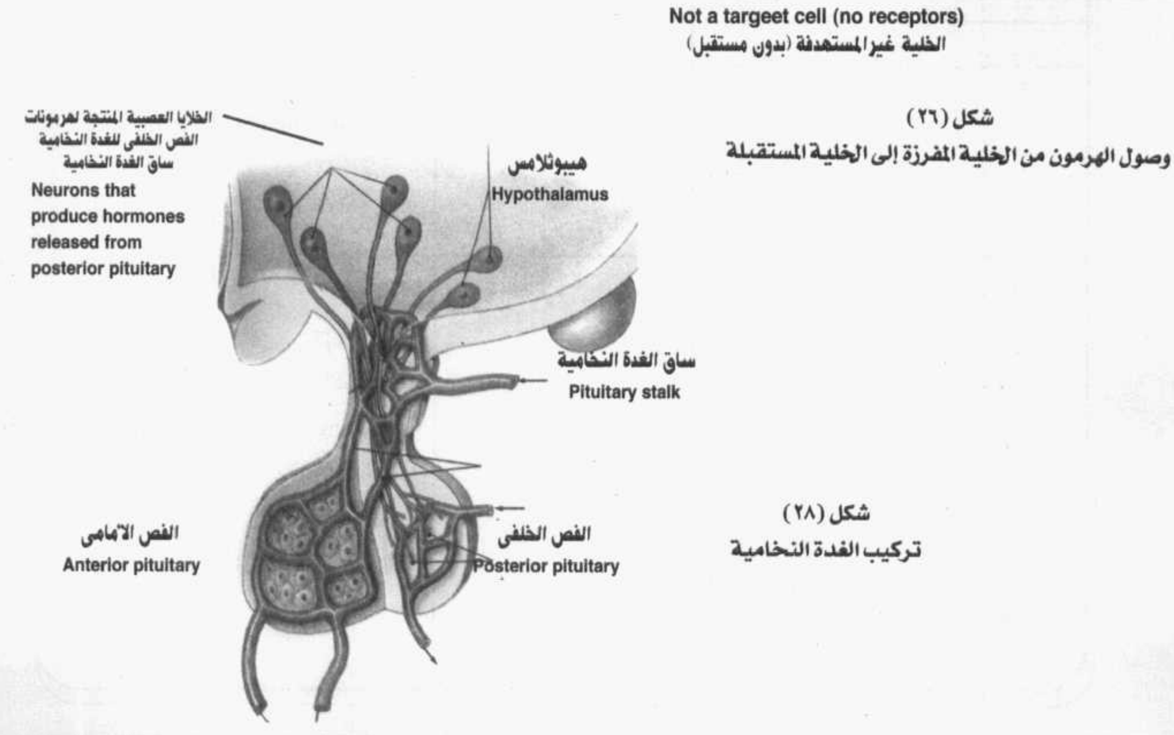
الهرمونات هى رسائل كيميائية تفرز فى الدم بواسطة خلايا إفراز داخلية أو بواسطة خلايا عصبية معينة، وكما أظهرت الدراسات فى السنوات الأخيرة أن إفراز الهرمونات لم يعد مقصورا على الغدد الصماء وحدها، فهناك أيضا أنسجة أخرى فى الجسم تقوم بإفرازات تتفاعل مثل الهرمونات، وعلى سبيل المثال كل من الهيبوثالامس وعضلة القلب والكلى والأمعاء الدقيقة والخلايا الليمفاوية والخلايا الباطنية.



شكل (٢٧)
الهيبوثلامس والغدة النخامية وتوصيل الهرمونات



شكل (٢٦)
وصول الهرمون من الخلية المفرزة إلى الخلية المستقبلة



شكل (٢٨)
تركيب الغدة النخامية

ويقوم الجهازان العصبى والهرمونى بالتعاون معا للمحافظة على الاستقرار التجانسى لجميع أجهزة الجسم؛ ولذلك يطلق على استجابتهما معا مصطلح الاستجابة العصبية - الهرمونية Neuroendocrine Response والفارق بين الجهازين أن الهرمونات يتم إفرازها فى الدم مباشرة لتصل مع الدورة الدموية إلى الأنسجة المستهدفة، بينما تستخدم الأعصاب الناقلات العصبية لنقل الرسالة من عصب إلى آخر أو من عصب إلى أنسجة.

وظائف الهرمونات أثناء النشاط البدنى

يتطلب العمل العضلى تعاون أنظمة فسيولوجية وبيوكيميائية كثيرة، ولا يمكن تحقيق هذا التعاون ما لم يكن هناك اتصال بين أنسجة

جدول (١٢)

هرمونات الغدة النخامية

الغدة	الهرمون	النسيج المستهدف	الوظيفة
الفص الأمامى للغدة النخامية Anterior Pituitary	GH سوماتوتروبين أو هرمون النمو	جميع خلايا الجسم	- تنمية جميع خلايا وأنسجة الجسم. - زيادة التمثيل الغذائى للدهون كمصدر للطاقة. - تقليل معدل استهلاك الكربوهيدرات. - ضبط إفراز هرمونات الغدة الدرقية.
	ACTH Adrenocorticotropin أدرينوكورتيكوتروبين	قشرة الغدة الكظرية	- ضبط إفرازات هرمونات قشرة الغدة الكظرية.
	TSH Thyrotropin or Thyroid-Stimulating Hormone الهرمون المنبه للغدة الدرقية	الغدة الدرقية	- ضبط إفرازات هرمونات الغدة الدرقية. - تنبيه الثدى للنمو ولإفراز لبن الرضاعة.

الغدة	الهرمون	النسيج المستهدف	الوظيفة
	Prolactin البرولاكتين	الثدى	
	Follicle - Stimulating Hormone FSH الهرمون المنبه للفولك	المبيض - الخصية	ينبه بداية نمو الحويصلة فى المبيض - إفراز هرمون الأستروجين. - نمو الحيوانات المنوية بالخصية.
	LH Luteinizing Hormone هرمون الليوتنيزينج	المبيض ـ الخصية	- إفراز هرمونى الأستروجين والبروجيستيرون ويسبب تفجير الحويصلة ويخرج البويضة. - يتسبب فى إفراز هرمون التستوستيرون من الخصية.
الفص الخلفى للغدة النخامية Posterior Pituitary	Antidiuretic الهرمون المضاد للتبول	الكلى	- التحكم فى خروج الماء. - ارتفاع ضغط الدم بواسطة انقباض الأوعية الدموية.
	Oxytocin أوكسيتوكين	الرحم - الثدى	- ينبه انقباض الرحم وإفراز اللبن.
	Norephinep - herin النور انبفرين	معظم الخلايا	- انقباض الشرينات والوريدات لرفع ضغط الدم.
قشرة الغدة الكظرية Adrenal Cortex	Aldosterone الألدوستيرون	الكلى	- زيادة إعادة امتصاص الصوديوم وخروج البوتاسيوم من الكلى.

تابع جدول (١٢)

الغدة	الهرمون	النسيج المستهدف	الوظيفة
البنكرياس Pancreas	Insulin الأنسولين	كل خلايا الجسم	- ضبط مستوى سكر الدم بتقليله. - زيادة تحول الجلوكوز وبناء الدهون.
	Glucagon الجلوكاجون	كل خلايا الجسم	- زيادة سكر الدم. - تنبيه تكسير البروتين والدهون.
الخصية Testes	Testosterone تستوستيرون	أعضاء الجنس - العضلات	- علامات الذكورة - نمو العضلات.

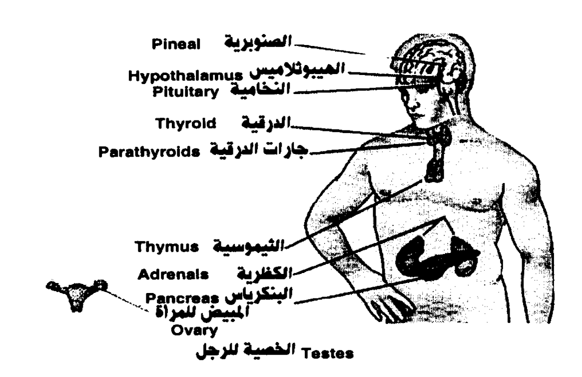
جدول (١٣)

هرمونات الغدد الصماء الأخرى

الغدة	الهرمون	النسيج المستهدف	الوظيفة
الدرقية Thyroid	Thyroxine and Triiodothyronine الثيروكسين والترايايودوثيرونين	جميع خلايا الجسم.	- زيادة معدل التمثيل الغذائى. - زيادة معدل القلب وانقباضيته.
	Calcitonin كالكسيتونين	العظام.	- ضبط تركيز أيونات الكالسيوم فى الدم.
جارات الدرقية Parathyroid	Parathyroid Parathormone or Parathyroid Hormone باراثورمون أو بارا ثرويويد	العظام - الأمعاء - الكلى.	- ضبط تركيز أيونات الكالسيوم فى سوائل خارج الخلية من خلال تأثيره على العظام والأمعاء والكلى.
نخاع الغدة الكظرية Adrenal Medulla	Epinephrine الأبنفرين	معظم الخلايا.	- تعبئة الجليكوجين -زيادة سريان الدم فى العضلات الهيكلية - زيادة معدل القلب وانقباضيته - استهلاك الأكسجين.
المبيض Ovaries	Estrogen الإستروجين	أعضاء الجنس - النسيج الدهنى.	- أعضاء الأنوثة - تخزين الدهون - تنظيم الدورة الشهرية .
الصنوبرية Pineal	Milatonin الميلاتونين	غير واضح.	- الإيقاع الحيوى اليومى Circadian .Rhythm

جدول (١٤)
هرمونات الأنسجة الأخرى

الغدة	الهرمون	النسيج المستهدف	الوظيفة
الهيبوثالامس Hypothalamus	ACTH TRH LHRH GHRH Somatostatin	الغدة النخامية	- إنتاج عوامل أو مواد تساعد على تنبيه إفراز الهرمونات المسيطرة على وظائف الغدد الأخرى من الغدة النخامية.
القلب Heart	Artial Natriuretic Peptides(ANP)	الكلى	- زيادة خروج الصوديوم.
الكلى Kidney	Erthopoietin Renin 1.25- dihydroxyvitamamin D	نخاع العظام قشرة الغدة الكظرية	- يزيد إنتاج الكرات الحمراء. - تنظيم ضغط الدم.
الكبد Liver	Insulin-like Growth Factor I (IGF-I)	العضلات	- إعادة بناء الجليكوچين.



شكل (٢٩)
مواقع الغدد الصماء

الجسم المختلفة، وكما هو معروف يقوم الجهاز العصبى بدور كبير فى هذا المجال، ويقوم الجهاز الهرمونى بالتعاون مع الجهاز العصبى فى هذه الوظيفة، حيث يدخل فى جميع العمليات الفسيولوجية التى تتطلبها أى حركة يقوم بها الجسم، وإذا كانت طبيعة الجهاز العصبى تفرض علية أن تكون رسائله سريعة فإن رسائل الهرمونات أكثر بطأ ولكنها أطول تأثيرا، فالجسم أثناء الأداء الرياضى يحتاج إلى كثير من مصادر الطاقة من كربوهيدرات ودهون ومصادر كيميائية تختلف فى معدلاتها تبعا لطبيعة الأداء الحركى فالهرمونات هى المسئولة عن تنظيم ذلك وتنظيم مستوى سكر الدم وتوزيع الدم فى الجسم وتوازن السوائل وغيرها؛ لذلك تلعب الهرمونات دورا هاما فى تنظيم وظائف الجسم خلال النشاط الرياضى التنافسى أو بهدف الصحة، سواء قبل النشاط البدنى بإعداد الجسم للجهد البدنى الذى يواجهه أو أثناء النشاط أو بعده خلال عمليات الاستشفاء، ويمكن تلخيص وظائف الهرمونات أثناء النشاط البدنى فيما يلى:

* التمثيل الغذائى للطاقة.
* تعبئة وتنظيم استهلاك وقود الطاقة.
* توازن سوائل الجسم.
* بناء بروتين الجسم.
* سرعة الاستشفاء بعد التدريب.
* دينامية الدم فى الأوعية الدموية.
* الوظيفة المناعية.
* تحسين حالة الفرد النفسية.
* ضبط الساعة البيولوچية والإيقاعات الحيوية.

وسوف يتم مناقشة الوظائف السابقة تفصيليا فيما يلى:

التمثيل الغذائى للطاقة

تعتمد عملية تنظيم التمثيل الغذائى للطاقة على شدة ودوام الحمل البدنى وتزداد فى نشاطها ارتباطا بزيادة شدة الحمل البدنى:

الأنشطة عالية الشدة وقصيرة الدوام

عند أداء الأنشطة التى تتميز بالسرعة والقوة مثل العدو أو رفع الأثقال يزيد تركيز الكاتى كولامين Catecholamine وهى الإبنفرين والنور إبنفرين فى الدم، حيث يقوم بتأثيره على التمثيل الغذائى فى العضلات الهيكلية والعضلات الناعمة والقلب والنسيج الدهنى والكبد.

ويعتبر الجلوكوز هو المصدر الرئيسى للطاقة، ويوجد على شكل جليكوجين فى العضلات والكبد يتم تكسير الجليكوجين وتحويله إلى جلوكوز فى الكبد من خلال عملية الجليكوجينوليزيز Glycogenolysis ليدخل الدم حتى يوصله للعضلات العاملة، كما يزيد جلوكوز البلازما أيضا من خلال عمليات الجلوكونيوجينيسيس Gluconeogenesis وتشارك فى زيادة جلوكوز البلازما أربعة هرمونات هى:

* الجلوكاجون Glucagon.
* الإبنفرين Epinephrine
* النور إبنفرين Norepinphrine.
* الكورتيزول Cortisol.

يعتمد تركيز الجلوكوز فى البلازما على التوازن ما بين امتصاص الجلوكوز بواسطة العضلات وإخراج الجلوكوز من الكبد، وفى أثناء الراحة يقوم هرمون الجلوكاجون بتسهيل تكسير الجليكوجين فى الكبد وتحويله إلى جلوكوز، بالإضافة إلى تشكيل الجلوكوز من الأحماض الأمينية وخروجه إلى الدم، وفى أثناء التدريب يزيد إفراز الجلوكاجون مع زيادة العمل العضلى، ويزيد معه معدل إفراز الإبنفرين والنور إبنفرين من نخاع الغدة الكظرية ليعمل الهرمونان إلى جانب الجلوكاجون فى عملية تكسير الجليكوجين وتحويله إلى جلوكوز (Glycogenolysis)، وهناك بعض الدلائل عن دور الكورتيزول فى زيادة تكسير البروتين لتحرير الأحماض الأمينية لاستخدامها فى الكبد لإعادة بناء الجليكوجين Gluconeogenesis وبهذه الطريقة تقوم الهرمونات الأربعة بزيادة الجلوكوز فى البلازما بواسطة عمليات تكسير الجليكوجين وتحويله إلى جلوكوز ،وبناء الجليكوجين فى الكبد من الأحماض الأمينية، هذا بالإضافة إلى دور هرمون النمو فى تعبئة الأحماض الدهنية الحرة لتقليل اعتماد الخلية على سكر الجلوكوز فى الدم.

تقوم العضلات أولا بتكسير الجليكوجين المخزون بها واستخدامه كمصدر للطاقة قبل أن تلجأ لاستخدام جلوكوز الدم الوارد من جليكوجين الكبد.

الأنشطة معتدلة الشدة طويلة الدوام

يحتاج الرياضى فى هذه الحالة أيضا إلى الكربوهيدرات وتكسير الجليكوجين لاستخدامه كمصدر للطاقة فى أنشطة التحمل الطويلة، وعندما يزداد زمن العمل العضلى يتجه الجسم إلى الاعتماد على الدهون كمصدر للطاقة، يقوم نخاع الغدة الكظرية بزيادة إفراز هرمونات الكاتيكولامين وهى البنفرين والنورأبنفرين والتى تقوم بدورها فى تنبيه عمليات تكسير الدهون Lipolysis داخل العضلة الهيكلية، وكذلك تزيد من عمليات تكسير الجليكوجين، وبناء على ذلك فإن التدريبات منخفضة الشدة تزيد من نشاط الكاتيكولامين لتكسير الدهون، أما مرتفعة الشدة فإنها تزيد نشاط الهرمونات لتكسير الجليكوجين؛ ولذلك يوصى الذين يمارسون الرياضة بهدف إنقاص الوزن أن تكون شدة الجهد المبذول معتدلة

أو منخفضة حتى يمكن تكسير الدهون، وعندما ينخفض مستوى مخزون الجليكوجين فى العضلة ثم فى الكبد أيضا يتم إخراج الأحماض الدهنية الحرة المخزنة فى الخلايا الدهنية على شكل ثلاثى الجلسرين Triglyceride، وكلما زادت الأحماض الدهنية فى الدم زاد امتصاص العضلات الهيكلية لها وأكسدتها كمصدر للطاقة، ويقوم إنزيم خاص يسمى ليباسLipase بتحويل ثلاثى الجلسرين إلى الأحماض الدهنية والجلسرين ويتم تنشيطه بواسطة أربعة هرمونات هى:

* الكورتيزول Cortisol.
* الإبنفرين Epinephrine.
* النور إبنفرين Norepinphrine.
* هرمون النمو Growth Hormone.

ويقوم الكورتيزول أيضا بزيادة تسريع تعبئة واستخدام الأحماض الدهنية للطاقة بالإضافة لدوره فى عملية الجلوكونيوجينيسيس Gluconeogenesis وهى تكوين الجليكوچين من الأحماض الأمينية، ويصل تركيز هرمون الكورتيزول قمته بعد بدء التدريب بفترة ٣٠-٤٥ دقيقة، ثم يقل حتى يصل إلى المستوى العادى، وبالرغم من ذلك يظل مستوى الأحماض الدهنية مرتفعا مما يدل على أن هناك هرمونات أخرى تنشط إنزيم ليباسLipase، وهذه الهرمونات هى الكاتيكولامان وهرمون النمو وهرمونات الغدة الدرقية.

جدول (١٥)

نشاط الهرمونات أثناء التدريب الرياضى فى التمثيل الغذائى للطاقة

الغدة	الهرمون	المثير	النسيج المستهدف	الاستجابة
نخاع الغدة الكظرية Adrenal Medulla	Epinephrine الأبنفرين	الضغوط- انخفاض ضغط الدم - التدريب المتوسط إلى المرتفع	العضلات الهيكلية.	تكسير الجليكوجين إلى جلوكوز Glycogenolysis
	Norepinepherine النور ابنفرين	نقص سكر الدم التدريب المتوسط إلى المرتفع	الأنسجة الدهنية - الكبد	ارتفاع كل من: تكسير الدهون - معدل القلب - تكسير الجليكوجين إلى جلوكوز -حجم الضربة -مقاومة الأوعية الدموية

تعبئة وتنظيم استهلاك وقود الطاقة

أثناء النشاط البدنى يتغير تركيز الهرمونات بالدم بهدف تنظيم عملية التمثيل الغذائى، وتسمى عمليات زيادة تركيز مصادر الطاقة(الجلوكوز - الأحماض الدهنية الحرة - الأحماض الأمينية) فى الدم بمصطلح «التعبئة Mobilization» فحينما يكون النشاط قصيرا وسريعا تكون الغلبة لتركيز هرمونات الكاتيكولامين، وتزيد كذلك هذه الهرمونات خلال التدريب الأقل من الأقصى بالإضافة إلى الهرمونات الأخرى.

الأنشطة القصيرة

تتغير مستويات تركيز هرمونات النمو والكورتيزول والأنسولين فى الدم أثناء النشاط البدنى حيث يقل الأنسولين ويزيد الجلوكاجون تدريجيا مع زيادة شدة الحمل البدنى، ويزيد تركيز هرمون النمو والكورتيزول ويقوم هرمون النمو بدوره الرئيسى بزيادة تركيز الأحماض الدهنية الحرة فى الدم وتثبيط امتصاص الأنسجة لجلوكوز الدم؛ ولذلك يساعد هرمون النمو على سرعة الاستشفاء بعد التدريب، نظرا لزيادة فترة بقائه فى الدم بعد التدريب وتساعد زيادة هرمون النمو أيضا على زيادة استثارة العضلة لإعادة بناء الجليكوجين بواسطة IGF-I مع سرعة تكسير الدهون.

ويساعد الكورتيزول وظيفة هرمون النمو نظرا لدوره فى تعبئة الأحامض الدهنية الحرة من الأنسجة الدهنية ويقلل امتصاص الأحماض الأمينية بواسطة الأنسجة مما يسبب زيادة فى سريان الأحماض الأمينية بالدورة الدموية، وهذه الزيادة تساعد الكبد فى إعادة بناء الجليكوجين Gluconeogenesis، غير أنه لا يكون الجسم فى حاجة إلى هذه العمليات أثناء الأنشطة القصيرة لعدم استهلاك كل الجليكوجين فى العضلة، وبناء عليه يصبح دور الكورتيزول أثناء الأنشطة القصيرة هو تسريع عمليات الاستشفاء.

مع زيادة الحمل البدنى يزيد سكر الجلوكوز فى الدم كنتيجة لزيادة تاثير الإبنفرين على عمليات تكسير الجليكوجين فى الكبد، وهذه الزيادة أكثر من زيادة تركيز الجلوكوز التى تحدث نتيجة زيادة تركيز الدم Hemoconcentration، ويزيد إفراز الجلوكاجون، وهنا يلاحظ أن زيادة تركيز الجلوكوز فى الدم يمكن أن تسبب استثارة فى زيادة إفراز الأنسولين من خلايا بيتا بالبنكرياس، غير أن ذلك لا يحدث ولا يزيد إفراز الأنسولين ويرجع ذلك إلى سببين هما:

١- يزيد الحمل البدنى من امتصاص العضلات الهيكلية للجلوكوز عن طريق ناقل الجلوكوز GLUT-4.

٢- ما يصاحب الحمل البدنى المرتفع الشدة من زيادة لاكتات الدم والحمضية وIGF-I.

الأنشطة الطويلة

يؤدى الاستمرار فى أداء الحمل البدنى لمدة طويلة إلى نقص فى مخزون الجسم من الجليكوجين فى العضلات والكبد، حيث تحتاج

العضلات الجلوكوز من الدم حينما يزداد استهلاك الجلوكوز فى العضلات، ويتضح مدى الحاجة إلى ذلك إذا علمنا أن مخزون الجليكوجين فى الكبد حوالى ٨٠ جراما قبل التدريب وخلال التدريبات العالية الشدة يبلغ معدل أكسدة الجلوكوز جراما واحدا فى الدقيقة فى الأنشطة المتوسطة والطويلة فى حدود ثلاث ساعات، وكما هو معلوم تكون الهرمونات مسئولة عن المحافظة على حالة استقرار الجسم، ويتم المحافظة على ثبات مستوى سكر الدم بواسطة العمليات الفسيولوچية الآتية:

* تعبئة الجلوكوز من الكبد بتحويل الجليكوجين إلى جلوكوز.
* تحويل ثلاثى الجلسرين بالخلايا الدهنية إلى أحماض دهنية حرة لكى تكون بديلا تستهلكه العضلات بدلا من الجلوكوز.
* بناء جلوكوز جديد فى الكبد من خلال عمليات بناء الجليكوجين من الأحماض الأمينية وحامض اللاكتيك والجلسرين.
* منع دخول الجلوكوز إلى الخلايا لكى يزداد توجه الخلايا نحو استخدام الأحماض الدهنية الحرة كوقود.

وتقوم الهرمونات معا بتنفيذ هذه العمليات الأربع للحفاظ على مستوى سكر الدم الذى يحتاج إليه خلافا للعضلات أيضا النسيج العصبى وكرات الدم الحمراء، وتقوم الهرمونات بعملها على مستويين، فمنها مجموعة هرمونات تفاعلها بطىء لكنها ممهدة أو مسهلة لمجموعة أخرى من الهرمونات سريعة التفاعل فتضم المجموعة المساعدة البطيئة التفاعل مثل هرمونات الثيروكسين والكوتيزول وهرمون النمو، بينما تضم المجموعة الأخرى سريعة التفاعل الأبنفرين والنورإبنسرين والأنسولين والجلوكاجون.

مجموعة الهرمونات المساعدة البطيئة

تقوم الهرمونات المساعدة بتسهيل عمل الهرمونات الأخرى سريعة التفاعل كما يلى:

الثيروكسين

لا يتغير تركيز هرمونات الغدة الدرقية نظرا لسرعة إزالتها ولكنها تقوم بدور مهم فى ضبط معدل التمثيل الغذائى بصفة عامة أثناء التدريب، حيث تقوم بالتأثير على مستقبلات الخلايا لكى تزيد حساسيتها لاستقبال الهرمونات الأخرى المؤثرة عليها، ومثال ذلك أن بدون تأثير هرمونات الثيروكسين لا يستطيع هرمون الإبنفرين أن يقوم بتأثيره على الأنسجة الدهنية لتعبئة الأحماض الدهنية الحرة.

الكورتيزول

* ينبه عملية إعادة بناء الجليكوجين فى الكبد Gluconeogenesis لكى يضمن استمرارية إمداد الدم بالجلوكوز.
* زيادة تعبئة الأحماض الدهنية الحرة لجعلها أكثر استعدادا كمصدر للطاقة.
* يقلل الاعتماد على الجلوكوز لكى يكون متوافرا للمخ.
* ينبه تكسير البروتين لكى تصبح أحماضا أمينية تستخدم فى ترميم الأنسجة وبناء الإنزيمات والطاقة.
* يزيد من انقباض الأوعية الدموية الذى يحدث بواسطة الإبنفرين.

هرمون النمو

يصعب وصف تأثير التدريب على هرمون النمو نظرا لكونه يتأثر بكثير من الضغوط البدنية الفيزيائية والكيميائية والنفسية، ولكن تركيزه فى البلازما يزيد بحوالى ٢٥ مرة ضعف مقدار تركيزه وقت الراحة، وتتلخص وظائفه فيما يلى:

* يقوم ببناء البروتين.
* زيادة التمثيل الغذائى للدهون والكربوهيدرات، حيث يساعد الكورتيزول فى تقليل امتصاص العضلات للجلوكوز وزيادة تعبئة الأحماض الدهنية الحرة.
* يساعد على سرعة عملية إعادة بناء الجليكوجين بالكبد Gluconeogenesis.

مجموعة الهرمونات الأساسية السريعة

تعمل هذه المجموعة من الهرمونات معا وبصورة سريعة للمحافظة على ثبات مستوى سكر الجلوكوز بالدم وهى:

الأبنفرين والنور إبنفرين

عندما يتم تنبيه نخاع الغدة الكظرية بواسطة الجهاز العصبى السمبثاوى يتم إفراز الكتيكولامين وهما هرمونى الأبنفرين وتكون نسبته ٨٠٪ والنور إبنفرين ونسبته ٢٠٪ وإن كانت هذه النسب تختلف من حالة فسيولوچية إلى أخرى، ويقوم الهرمون بالحفاظ على جلوكوز الدم وتتلخص وظائفهما فيما يلى:

* زيادة سعة التمثيل الغذائى.
* زيادة تكسير الجليكوجين وتحويله إلى جلوكوز فى الكبد.
* زيادة ظهور الجلوكوز والأحماض الدهنية الحرة فى الدم.

الإنسولين والجلوكاجون

يمكن أن يزيد امتصاص الجلوكوز من الدم إلى العضلات أثناء التدريب من ٧-٢٥ مرة مقارنة بوقت الراحة، بالرغم من أن هرمون الأنسولين يقل إفرازه أثناء التدريب ،وكذلك كلما زادت شدة الحمل البدنى، ويرجع ذلك إلى زيادة حجم الدم السارى إلى العضلات أثناء التدريب وهذا بدوره يؤدى إلى زيادة توجيه الجلوكوز والإنسولين إلى العضلات، ومن جهة أخرى لأن التدريب يؤدى إلى تغيرات فى نشاط ناقلات الجلوكوز خلال غشاء الخلية فمن الممكن أن يكون هذا التأثير استجابة مؤقتة تزيد نتيجة التكيف الفسيولوچى، وهذا يساعد على تحسن ضبط سكر الدم لدى مرضى السكر من النوع الثانى، بحيث ينتج عن ذلك زيادة حساسية العضلة للإنسولين وبذلك يمكن بكمية قليلة من الإنسولين التأثير على امتصاص العضلات للجلوكوز، ويساعد فى هذا تركيز الكالسيوم الموجود داخل الخلية العضلية الذى يظهر لكى يجند ناقلات الجلوكوز بحيث تقوم بنقل كمية أكثر من الجلوكوز مع نفس مقدار تركيز الإنسولين، وتظل هذه الناقلات تعمل حتى بعد الانتهاء من التدريب لكى تقوم بإعادة مخزون الجليكوجين، وبذلك فإن الانتظام فى التدريب الرياضى يساعد على استمرارية امتصاص الجلوكوز من الدم ولو فى وجود كمية أقل من الإنسولين لمرضى السكر.

جدول (١٦)

نشاط الهرمونات أثناء التدريب الرياضى فى تعبئة وقود الطاقة

الغدة	الهرمون	المثير	النسيج المستهدف	الاستجابة
الفص الأمامى للغدة النخامية Anterior Pituitary	ACTH كورتيكوتروبين	الإصابة التدريب	قشرة الغدة الكظرية	زيادة الكورتيزول
	GH سوماتوتروبين أو هرمون النمو	التدريب نقص سكر الدم	العضلات الهيكلية الأنسجة الدهنية - الكبد	ارتفاع كل من: تكسير الدهون - زيادة بناء الجلوكوز من غير الكربوهيدرات مثل الأحماض الأمينية Gluconeogenesis تقليل امتصاص الجلوكوز
قشرة الغدة الكظرية Adrenal Cortex	Cortisol الكورتيزول	زيادة هرمون ACTH التدريب الطويل	العضلات الهيكلية الأنسجة الدهنية - الكبد	زيادة بناء الجلوكوز من غير الكربوهيدرات مثل الأحماض الأمينية - بناء البروتين تقليل امتصاص الجلوكوز
البنكرياس Pancreas	Insulin الأنسولين	زيادة سكر الدم زيادة الأحماض الأمينية فى الدورة الدموية - الجهاز العصبى الذاتى	العضلات الهيكلية الأنسجة الدهنية - الكبد.	زيادة امتصاص الجلوكوز - الأحماض الأمينية - الأحماض الدهنية.

تابع جدول (١٦)

الغدة	الهرمون	المثير	النسيج المستهدف	الاستجابة
	Glucagon الجلوكاجون	نقص سكر الدم انخفاض تركيز الأحماض الأمينية التدريب الطويل.	الكبد	زيادة بناء الجلوكوز من غير الكربوهيدرات مثل الأحماض الأمينية.
الغدة الدرقية Thyroid	Triodothyronine (T3) تراى أيودو ثيرونين Thyroid	انخفاض T3 -T4	جميع الأنسجة	تزيد معدل التمثيل الغذائى- هرمون النو - الأحماض الدهنية بالسيرم - الأحماض الأمينية.
	Thyroxine (T4)			
الخصية Testes	Testosterone - التستوستيرون	التدريب FSH,LH زيادة	العضلات الهيكلية - الخصية - العظام.	بناء البروتين - الحيوانات المنوية - الوظائف الجنسية.
المبيض Ovaries	Estrogen المبيض	التدريب العالى والمتوسط. FSH, LH زيادة	العضلات الهيكلية - النسيج الدهنى	تثبيط امتصاص الجلوكوز وترسيب الدهون.

تعتبر عملية توازن السوائل أثناء التدريب من العمليات الهامة نظرا لتأثيرها على وظيفتين هامتين أثناء الجهد البدنى وهما وظيفة الجهاز الدورى وكذا تنظيم حرارة الجسم، ويتعرض الماء فى البلازما إلى عدة عوامل تعمل على تقليله فى الدم تشمل:

* تحول الماء من البلازما إلى الفراغات داخل وبين الخلايا، وهذا الماء يدخل إلى هذه الفراغات ويسبب التضخم المؤقت فى العضلة أثناء التدريب، ويرجع هذا إلى تجمع الماء حول الألياف العضلية نتيجة زيادة الضغط الأسموزى الذى ينتج عن زيادة مخلفات التمثيل الغذائى، والذى يتسبب فى سحب الماء إلى هذه المناطق من الجسم.
* يؤدى زيادة النشاط العضلى إلى رفع ضغط الدم، وبالتالى يدفع الماء للخروج من الجسم.
* زيادة العرق للتخلص من الحرارة الزائدة أثناء العمل العضلى.

كل هذه العوامل مجتمعة تؤدى إلى نقص ماء البلازما الذى إذا ما ظل كذلك قد يؤدى إلى انخفاض ضغط الدم وتقليل كمية الدم الموجه نحو الجلد والعضلات، وهذا بدوره له تأثيره السلبى على الأداء الرياضى، غير أن الهرمونات تلعب دورا هاما فى تصحيح عدم التوازن الذى يحدث وتعمل على المحافظة على مستوى سوائل الجسم ويتم ذلك مصاحبا بتنظيم توازن الأملاح المعدنية وخاصة الصوديوم، ويقوم بالعمل الرئيسى لتنظيم ذلك هرمونى الدوستيرون Aldosterone والهرمون المضاد للتبول Antidiuretic Hormone (ADH) مستهدفين التأثير على نشاط الكلى.

تقوم الكلى بوظيفتها فى التأثير على ضغط الدم، وبالتالى أيضا التأثير على توازن السوائل، ويتأثر ضغط الدم أساسا بحجم بلازما، وعندما يقل حجم بلازما الدم بالتالى ينخفض ضغط الدم وينظم ضغط الدم عن طريق خلايا خاصة بالكلى والتى تنبه بواسطة انخفاض ضغط الدم أثناء التدريب نتيجة انخفاض حجم البلازما ويقل سريان الدم إلى الكلى عن طريق نشاط الجهاز العصبى السمبثاوى أثناء التدريب أو بالتنبيه المباشر بواسطة الأعصاب السمبثاوية، ونتيجة لذلك تستجيب الكلى بتشكيل إنزيم الرنين Renine.

دور هرمون الدوستيرون Aldosterone

* يقوم إنزيم الرنين Renine بتحويل بروتين أنجيوتنسين ١ Angiotensin I بالدم إلى أنجيوتنسين ٢ AngiotensinII.
* يتفاعل أنجيوتنسين ٢ Angiotensin II بطريقتين: أولهما هى قبض الشريانات وبهذا تزداد مقاومة سريان الدم مما يرفع ضغط الدم، والوظيفة الثانية هو تنبيه إفراز هرمون الألدستيرون من قشرة الغدة الكظرية.
* يقوم الألدستيرون بسحب الصوديوم من الكلى، ونظرا لكون الصوديوم يتطلب

وجود الماء حوله؛ لذلك يعاد امتصاص الماء مرة أخرى من الكلى للجسم، وبالتالى يزيد حجم البلازما ويرتفع ضغط الدم تجاه المستوى الطبيعى.

• الهرمون المضاد للتبول

Antidiuretic Hormone (ADH)

يقوم الهرمون المضاد للتبول Antidiuretic Hormone (ADH) بدوره فى الحفاظ على توازن السوائل حيث تتم هذه العملية وفقا لما يلى:

* عندما يقل ماء البلازما أثناء التدريب يزيد تركيز البلازما من المواد الذائبة، وهذا يؤدى إلى رفع الضغط الأسموزى.

* وعندما يصل الدم إلى الهيبوثالامس حيث يوجد به مستقبلات الضغط الأسموزى المسئولة عن المحافظة على ثبات الضغط الأسموزى للدم يقوم الهايبوثالامس بتنبيه الفص الخلفى للغدة الكظرية لإفراز الهرمون المضاد للتبول.

* يقوم الهرمون المضاد للتبول Anti-diuretic Hormone (ADH) بدوره فى الحفاظ على توازن السوائل بإعادة سحب الماء من الكلى على الجسم مرة أخرى مما يساعد على رفع ضغط الدم وزيادة حجم ماء البلازما.

جدول (١٧)

نشاط الهرمونات أثناء التدريب الرياضى فى توازن السوائل

الغدة	الهرمون	المثير	النسيج المستهدف	الاستجابة
الفص الخلفى للغدة النخامية Posterior Pituitary	Antidiuretic الهرمون المضاد للتبول	زيادة ضغط البلازما الأسموزى.	الكلى	إعادة امتصاص الماء.
الكلى Kidneys	الرنين Renin	سريان البول يزيد مع التدريب	الدم	ينبه هرمون الألدوستيرون.
نخاع الغدة الكظرية Adrenal Cortex	Aldosterone	الرنين - تركيز البوتاسيوم فى البلازما - Angiotensin	الكلى	يزيد من عادة امتصاص الصوديوم والماء.
القلب Heart	Atria Nat-riuretic Peptide (ANP)	زيادة نقص الماء والدم الوريدى	الغدة النخامية	ADH تثبط.

يشترك كل من هرمونى التيستوستيرون Testosterone وهرمون النمو Growth Hormone فى تكيف العضلات للتدريب بالمقاومة، ويتم إفراز الهرمونين عند التدريب بالمقاومة لكى يقوما معا بالتأثير على زيادة حجم العضلة، وهذا ما يفسر زيادة حجم العضلات لدى الذكور بعد مرحلة البلوغ، نتيجة زيادة إفراز هرمون التستوستيرون من الخصية، بينما يلاحظ نقص هذه الهرمونات لدى الإناث مما يحدد نمو العضلات لديهن واعتمادهن بدرجة أكثر على دور الجهاز العصبى والتعبئة العصبية أكثر من دور الهرمونات فى تنمية حجم العضلة.

ونظرا لدور هذه الهرمونات البنائية فى تنمية حجم العضلات لجأ لاستخدامها الرياضيون فى أنشطة رفع الأثقال والرمى والعدو، ولعل اكتشاف حالة العدَّاء الكندى بن جونسن فى الدورة الأولمبية سنة ١٩٨٨ وسحب الميدالية الذهبية منه فى سباق ١٠٠ متر عدو بعد أن أثبتت الفحوص تناوله للهرمونات البنائية ألقى الضوء على استخدامات هذه الهرمونات لدى الرياضيين، والذى أكدت الدراسات العلمية خطورة استخدامها بشكل صناعى والتى تتلخص فيما يلى:

* نقص فى وظائف غدة الخصية، وتشمل نقص إنتاج الحيوانات المنوية.
* نمو الثدى.
* فشل فى وظائف الكبد.
* تغيرات فى الحالة المزاجية والسلوكية.
* إصابة جدار البطين الأيسر لعضلة القلب وخطورة الإصابة بأمراض القلب.
* مجموعة تغيرات مختلفة تشمل زيادة دهنيات الدم وسكر الدم.

جدول (١٨)

نشاط الهرمونات أثناء التدريب الرياضى لتجديد وتضخيم العضلة

الغدة	الهرمون	المثير	النسيج المستهدف	الاستجابة
الفص الأمامى للغدة النخامية Anterior Pituitary	GH سوماتوتروبين او هرمون النمو	زيادة الضغوط	العظام	تنبيه النمو
الخلايا المختلفة	Insulin- Like Growth Factor (IGF-!)	GH زيادة سوماتوتروبين او هرمون النمو	كل الخلايا تقريبا	تنبيه النمو
الخصية Testes نخاع الغدة الكظرية Adrenal Medulla	Testosterone التستوستيرون	زيادة الضغوط	نسيج العضلات الهيكلية	زيادة بناء البروتين

سرعة الاستشفاء بعد التدريب

استعادة مخزون الطاقة

تساعد الهرمونات على سرعة استعادة مخزون الجليكوجين من خلال استمرارية حساسية العضلات للأنسولين لفترة طويلة أثناء الاستشفاء، وكذلك تنشيط ناقلات الجلوكوز لتقوم بنقل المزيد من الجلوكوز إلى العضلات، وتظل هذه الناقلات تعمل حتى بعد الانتهاء من التدريب، وكذلك يظل نشاط الهرمونات المساعدة يعمل على إعادة بناء الجليكوجين فى الكبد Gluconeogenesis من خلال حامض اللاكتيك والأحماض الأمينية، وهذا يفسر التوصية بسرعة تناول الكربوهيدرات عقب التدريب الطويل مباشرة، نظرا لزيادة نشاط امتصاص الجلوكوز وعمليات إعادة بناء الجليكوجين مما يساعد على سرعة الاستشفاء.

استشفاء السوائل

يستمر تأثير هرمون الألدوستيرون Aldosterone والهرمون المضاد للتبول Antidiuretic Hormone (ADH) بعد التدريب لمدة ١٢-٤٨ ساعة؛ ليقلل إنتاج البول ويقى الجسم من الجفاف (نقص سوائل الجسم)، ويظل تأثير هرمون الألدستيرون يعمل لإعادة امتصاص الصوديوم من الكلى إلى الجسم، وهذا بدوره يزيد من تركيز الصوديوم فى الجسم عن مستواه الطبيعى، ولتعويض زيادة الصوديوم يتم تناول الماء بدرجة أكبر، ونتيجة لذلك يمكن أن يزيد حجم البلازما مما يقلل تركيز المواد التى فى الدم، بالرغم من عدم تغير حجمها الحقيقى وتسمى هذه الظاهرة «ترقيق الدم» Hemo-dilution، ويفسر ذلك انخفاض نسبة تركيز الهيموجلوبين فى الدم، وبناء عليه يظهر حالة تسمى الأنيميا الكاذبة أو يطلق عليها أحيانا الأنيميا الرياضية، ويجب عدم التسرع فى تشخيص هذه الحالة قبل التأكد من حدوث الزيادة الوظيفية لبلازما الدم بالنسبة للكرات الحمراء.

ترميم الأنسجة وبناء البروتين

اتضح أن بناء البروتين يتم أثناء فترة الاستشفاء، وهذا يعنى أن حجم العضلة يكبر فى وقت الراحة، كما تتم عمليات ترميم الأنسجة التى تمزقت خلال التدريب فى هذه الفترة أيضا، مما يؤكد على أهمية الاستشفاء إلى جانب التدريب وضرورة التزام الرياضى بالراحة المقررة.

دينامية الدم فى الأوعية الدموية

يصاحب التدريب تنظيم ضغط الدم ومقاومة الأوعية الدموية لضغط الدم، وتنظم هذه الوظائف عن طريق عصبى وهرمونى وتنظيم موضعى فى الشريانات ذاتها، ومن المعروف أن زيادة هرمونى الكاتيكولامين المصاحبة لزيادة شدة التدريب تؤدى إلى زيادة انقباض الأوعية الدموية، كما تزيد أيضا المقاومة الطرفية نتيجة زيادة انجيوتنسين ١ Angiotensin I والهرمون المضاد للتبول Antidiuretic Hormone (ADH) اللذين يقومان بدورهما فى انقباض العضلات الناعمة الطرفية، فى الوقت الذى يكون فيه دور هرمون الدوستيرون Aldosterone ثانويا. وتزيد

أهميـة دور الهرمونات الثـلاثة أثناء التدريب على دينامية الدم فى الأوعية الدموية أثناء التدريب أكثر منه أثناء الراحة، نظرا لعمليات نقص ماء البلازما أو انخفـاض حجم الدم نتيـجة لذلك، ولم يزل دور هرمونى الكاتى كالامون أكثر تأثيرا فى زيادة توسيع الأوعية الدموية بالعضلات النشطة.

الوظيفة المناعية

يؤدى التدريب إلى اسـتجابة جهـاز المناعة بزيادة كرات الدم البيضاء فى الدم تحت تأثير زيادة هرمـونى الكاتيكالامـون، كـما أن زيادة هرمـون الكورتيزول التى تظهر عند أداء التدريبات الطويلة على التحمل تؤدى إلى سـرعة زيادة عدد الكرات البيـضاء فى الدم من نخـاع العظام بعد الـتدريب لمدة ساعتين.

يؤدى التدريب الزائد إلى تـأثير سلبى على جهاز المناعة، حيث يقوم بتثبيط الوظائف الطبيعية لهـذا الجـهاز، فـيـمكن لمجـموعـة شـديدة من التدريبات أن تثبط الوظائف المناعية مؤقتا، وإذا ما

جدول (١٩)

نشاط الهرمونات أثناء التدريب الرياضى فى دينامية الدم فى الأوعية

الغدة	الهرمون	المثير	النسيج المستهدف	الاستجابة
نخـاع الغـدة الكظرية	Epinephrine الأبنفريين	الضـغـوط- انخفـاض ضغط الدم - التـدريب المتوسط إلى المرتفع.		إعادة امتصاص الماء.
Adrenal Medulla	Norepinepherin النور ابنفرين	نقص سكر الدم. التدريب المتوسط إلى المرتفع.	الأوعيـة الطرفيـة للعضلات الناعمة.	انقباض الأوعية الدموية.
الفص الخلفى للغدة النخامية Posterior Pituitary	Antidiuretic الهرمون المضاد للتبول Endothelin إندوثيلين	زيادة ضغط البلازما الأسموزى. الأنسجة التالفة.	الأوعيـة الطرفيـة الموضعية.	انقباض الأوعية.
النسيج الباطنى Endothelium	عامل الاسـترخـاء الباطنى Endothelial-Derived Relaxing Factor(EDRF)		الأوعيـة الطرفيـة الموضعية.	امتداد الأوعية.

استمر تنفيذ أحمال شديدة بشكل يومى دون مراعاة الراحة فيزيد ذلك من التأثير السلبى على استجابات المناعة، ويظهر ذلك فى انخفاض مستوى الخلايا الليمفاوية والأجسام المضادة، كما أن التدريب العنيف خلال المرض يؤدى إلى ضعف مقدرة الجسم فى مقاومة المرض ويزيد من المضاعفات.

توجد دلائل قوية على أن لهرمونات الضغط Stress Hormones التى تفرزها الغدد أثناء وقوع الرياضى تحت ضغط بدنى أو ضغط نفسى لها تأثيرها على التغيرات العددية والنسبية لكرات الدم البيضاء فى الدم، وأصبح من المعروف أن هرمونى الإبنفرين والكورتيزول لهما تأثيرهما على زيادة عدد الكرات البيضاء فى الدم، ففى حالة التدريب لفترة قصيرة تكون زيادة كرات الدم البيضاء راجعة إلى زيادة الأبنفرين، بينما إذا استمرت زيادة التدريب إلى ساعة تكون الزيادة راجعة إلى تأثير الكورتيزول، ويعمل الهرمونان معا حتى تصل زيادة كرات الدم البيضاء إلى أقصى مستوى لها بعد ثلاث ساعات من بداية التدريب وخلال الاستشفاء ترجع الكرات البيضاء إلى عددها فى الدم بسرعة فى النصف ساعة الأولى، ثم تكون العودة بطيئة بعد ذلك حتى عودة مستوى الكورتيزول إلى وضعه الطبيعى.

وتساعد ممارسة الرياضة المعتدلة على تحسين جهاز المناعة نتيجة تأثيرها على تقليل مستوى الضغوط النفسية وتحسن الحالة المزاجية مما يساعد فى تقليل التأثير السلبى لهرمونات الضغط، ويقل الشعور بالاكتئاب والقلق مما يقلل من الهرمونات المرتبطة بالحالة النفسية، وبالتالى يتحسن جهاز المناعة.

تأثير الهرمونات على الصحة النفسية

تلعب الهرمونات دورا هاما فى التأثير على الصحة النفسية للإنسان كما تؤثر الرياضة تأثيرا إيجابيا على تلك الهرمونات مما يساعد فى تأثير الرياضة على التخلص من الأرق والقلق والتوتر وغيرها، ويعتبر الاكتئاب بدرجاته المختلفة من الحالات الشائعة والتى يمكن أن يكون للممارسة الرياضية تأثيرا إيجابيا على الإنسان، وبالرغم من صعوبة تشخيص الاكتئاب بشكل عام ،إلا أن التغيرات الفسيولوجية المصاحبة له تبدو واضحة على المستوى الخلوى فى تلك التغيرات البيوكيميائية التى لها تأثيرها على الخلايا العصبية وترجع جذورها إلى العوامل الوراثية وحينما ينخفض نشاط دورة الناقلات العصبية التى تقل فى المخ، ونتيجة لذلك تختل وظائف كثير من مناطق المخ المسئولة عن الشهية والنوم والرغبة الجنسية والذاكرة، كما أن الاضطرابات الهرمونية لبعض الغدد الصماء فى الجسم تتسبب فى مزيد من وضع الجسم فى حالات من الاستثارة المتكررة مما يؤدى أيضا إلى الاكتئاب، وتتلخص هذه التغيرات فى اتجاهين هما:

١- انخفاض مستوى الناقلات العصبية بالمخ

Neurotransmitters

وهى أنواع كثيرة غير أن معظم الدراسات أكدت على دور السيروتونين Serotonin والنورابنفرين Norepinphrine.

٢- التغيرات الهرمونية غير الطبيعية

وبصفة خاصة فـإن الاضطرابات الهرمونية الناتجـة عن تثبيـط هرمون النمـو والهرمون المـنبه للغدة الدرقـية تؤدى إلى اضطراب عـمل المحاور الهيبوثالاماسيـة - النخامية - الأدرينالية (HPA) وإفراز هرمون الكورتيزول.

الموصلات Transporters

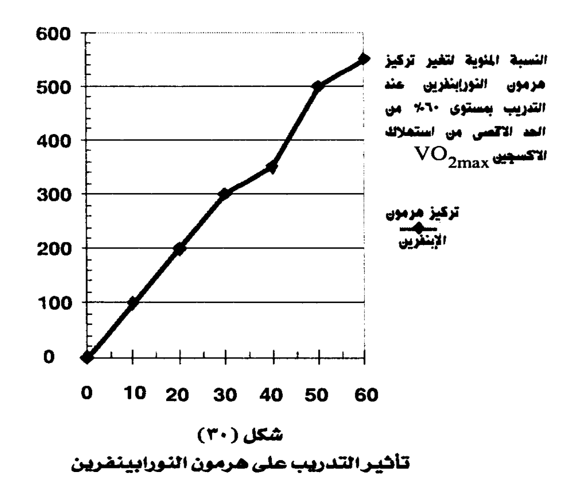
عندما تظهـر الموصلات فإنها تقوم بـعملية ضخ للناقل العصـبى الموجود بين الخليتين لـيعاد امـتـصاصـه مـرة أخـرى عن طريق الخليـة التى أفرزته، وبناء على ذلك تستـخدم العقاقيـر الطبية المضادة للاكتـئاب التى تعمل على إيقـاف عملية إعادة الامـتصـاص للناقل العصبـى وتحافظ على كثرة وجوده بين الخليتين لتسهيل عملية انتقاله إلى الخلية الأخرى، وقد توصلت نتائج الدراسات أن نقص الناقلين العصبيين السيروتونين والنورابنفرين يتسببان فى الاكتئاب.

دور النورابنفرين

اكـــتـــشف Joseph , J. Schidkraaut ومسـاعدوه من جامعـة هارفرد خلال الستـينيات العـلاقـة بـين النورابنفـرين واضطـرابات الحـالة المزاجيـة، وافترض أن الاكـتئاب يـنشأ من نقص النورابنفـرين فى بعض مناطق المخ (باعتـباره من الكاتيكولامـين Catecolamin)، كمـا أن زيادته بشكل مفرط تتسبب فى نوع من الجنون والفزع.

ما هو تأثير الرياضة على النورابنفرين؟

يزيد تركيز النورابنفرين فى البلازما من ١٠ إلى ٢٠ مرة كـاستجابة فى أثناء التـدريب ضعف مستـواه أثناء الراحة (Silverberg,et al.,1978)، ويزيد النورابنفـرين زيادة مـتـوازية مع زيادة دوام التـــدريب(Powers,et al.1982)ويؤدى الانتظام فى التدريب إلى حـدوث التكيف والذى ينعكس بدوره على النورابنفـرين، حـيث تنخـفض زيادة النورابنفرين فى البلازما خلال التدريب لمدة ثلاثة أسابيع بشكل سريع (Winder et al.,1978).



شكل (٣٠)
تأثير التدريب على هرمون النورابينفرين

دور السيروتونين

أجـريت العديد مـن الدراسات الجـادة عن دور السـيـروتونين وأثبـتت نتـائجـهـا أن نقص السيروتونين يعـتبر سببا آخر لحـدوث الاكتئاب، ويعتبر السيروتونين كناقل عصبى مسئولا عن كثير من العمليات الفسيـولوجية بالجسم تشمل النشاط الحركى ونشاط الجهاز الدورى والتنفسى والتحكم فى درجـة حرارة الجـسم، كـما يؤثر أيضـا على السلوكـيـات مـثـل الأكل والنوم والعــدوانيـة (Jacobs,1994).

والسؤال الآن هو كيف يمكن للرياضة أن تؤثر على السيروتونين ؟

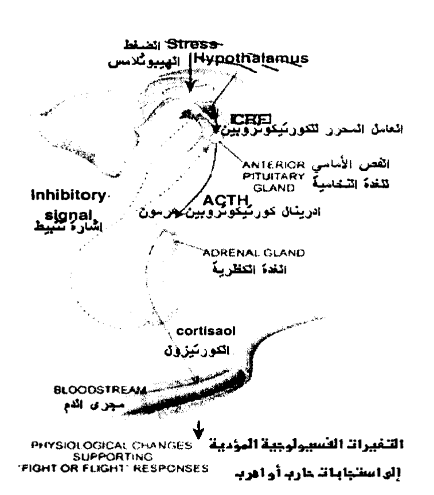
فى سنة ١٩٨٧ حدثت طفرة فى أبحاث التعب المركزى حينما اكتشف العالم الكيميائى إيريك نيوشولم Eric Newsholme من جامعة أكسفورد هو وزملاؤه افتراضية جديدة لتفسير حدوث التعب المركزى، وتقوم هذه الافتراضية على أن من أسباب التعب المركزى زيادة تركيز السيروتونين Serotonin فى المخ أو 5-HT اختصارا لمصطلح 5-Hydroxytryptoamin وهكذا يتضح أن التدريب الرياضى الذى يصل إلى مستوى التعب يزيد من تركيز السيروتونين فى المخ، وهذا ما تعمل على تحقيقه العقاقير المضادة للاكتئاب وما تؤكده نتائج الدراسات العلمية على ممارسى الرياضة وقلة تعرضهم للإصابة بالاكتئاب.

إيقاف الإشارة العصبية
stop ptoduction signal
الخلية ما قبل الإتصال
PRESYNAPTIC CELL
السيروتونين SEROTONIN
المستقبل الآلي Autoreceptor
الناقل الساحب
Reuptoke transporter
نق الإتصال Synaptic cleft
الإشارة العصبية منظم Regoulatory signal
serotonin receptor
السيروتونين
الخلية ما بعد الإتصال
Postsynaptic cell

شكل (٣١)
آليات وظيفة السيروتونين

التغيرات الهرمونية غير الطبيعية

من المعروف أن الهيبوثالاماس يقوم بتنبيه الغدة النخامية لإفراز هرمونات تقوم بدورها فى التحكم فى إفرازات هرمونات الغدد الصماء الأخرى المنتشرة بالجسم، وعندما يصل مستوى هذه الهرمونات إلى درجة كافية يتوقف إفراز الغدة النخامية والهيبوثالاماس عن طريق إشارات مثبطة تعمل كتغذية راجعة Feed Back، وقد ظهر لدى مرضى الاكتئاب استجابات مثبطة لعدد من المواد المنبهة لظهور هرمون النمو والهرمون المنبه للغدة الدرقية، وهذا بدوره يؤدى إلى اضطراب عمل المحاور الهيبوثالامسية - النخامية -الأدرينالية Hypothalamic - Pituitary -Adrenal (HPA) وهذه المحاور التى تربط بين الغدد الثلاث تقوم بتنظيم استجابات الجسم للضغط Stress حينما يتعرض الإنسان لأى تحد بدنى أو نفسى، فى هذه الحالة يقوم الهيبوثالاماس بزيادة إنتاج Corticotropin-Releasing -Factor (CRF) الذى ثبت أن له تأثيرا على المخ فى حيوانات التجارب



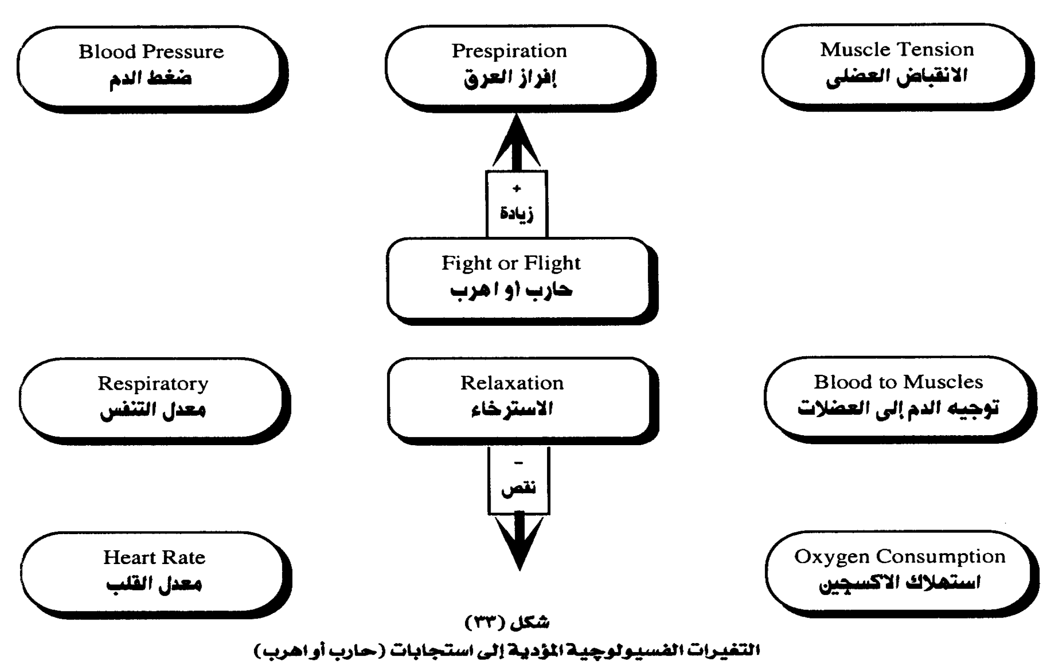
شكل (٣٢)
التغيرات الفسيولوجية المؤدية إلى استجابات (حارب أو اهرب)

فى ضعف الشهية ونقص النوم ونقص النشاط التناسلى، وهو يقوم بزيادة إفراز الغدة النخامية لهرمون Adrenocorticotrophic (ACTH) الذى ينبه الغدة الكظرية لإفراز هرمون الكورتيزول Cortisol وتقوم هذه الهرمونات باستجابة(قاتل أو طير) Fight or Flight ويعنى ذلك إعداد الجسم إما للقتال أو للهروب، ويؤدى تعرض الجسم باستمرار لهذه الحالة واستمرار تنشيط محاور (HPA) يؤدى إلى الإصابة بالأمراض وظهور الاكتئاب.

لاحظ Plotsky أن العلاج باستخدام مثبطات إعادة امتصاص السيروتونين تعيد (CRF) إلى مستواه الطبيعى وتعيد السلوك إلى طبيعته، غير أنه من غير المعروف تأثير هذه العقاقير إعادة (HPA) إلى مستواه الطبيعى.

ما هو دور الرياضة فى ضبط التغيرات الهرمونية غير الطبيعية؟

من المعروف أن التدريب الرياضى له تأثيره على وظائف الهرمونات من ناحية الاستجابات المؤقتة للتدريب أو التكيفات الناتجة عن الانتظام فى التدريب، وقد توصلت النتائج العلمية فى هذا المجال إلى بعض الحقائق التى تؤكد الدور الحيوى للرياضة بالنسبة للتأثيرات الصحية الإيجابية الناتجة عن ضبط التوازن الهرمونى، وسوف نناقش فيما يلى تأثير الرياضة الإيجابى على اضطراب عمل المحاور الهيبوثالامسية - النخامية - الأدرينالية(HPA) وتشمل الهرمونات



شكل (٣٣)
التغيرات الفسيولوجية المؤدية إلى استجابات (حارب أو اهرب)

التى تعمل على هذه المحاور كل من هرمون النمو والهرمون المنبه للغدة الدرقية و(ACTH) Adrenocorticotrophic وهرمون بيتا أندروفين والكورتيزول.

هرمون النمو Growth Hormone

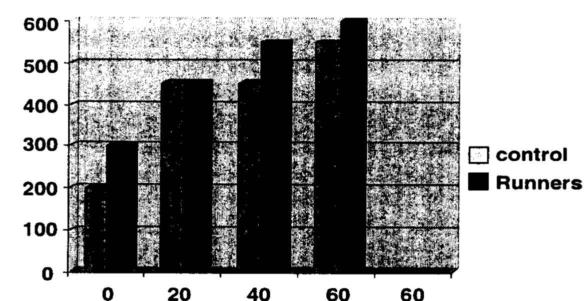
يلعب هذا الهرمون الدور الرئيسى فى بناء النسيج البروتينى، ويؤثر على التمثيل الغذائى للدهون والكربوهيدرات فيقلل امتصاص الجلوكوز بواسطة الأنسجة ويزيد التمثيل الغذائى للأحماض الدهنية الحرة FFA ويسرع من عمليات إعادة بناء الجلوكوز من الأحماض الأمينية واللاكتات والجليسرول Gluconeogensis والحصيلة النهائية هى الحفاظ على تركيز جلوكوز البلازما.

وفى دراسة Sutton,and Lazarus 1976 وجد أن الهرمون يزيد تركيزه فى الدم مع زيادة شدة التدريب ويتضاعف مستواه إلى حوالى ٢٥ مرة مقارنة بمستواه وقت الراحة، ويستجيب الأشخاص المدربين فى زيادة الهرمون أعلى من غير المدربين خلال أداء حمل بدنى لمدة ٦٠ دقيقة حيث يتضاعف الهرمون ٥-٦ مرات مقارنة بفترة الراحة.

الهرمون المنبه للغدة الدرقية

Thyroid Stimulating Hormone (TSH)

يقوم هذا الهرمون بالتحكم فى إفرازات الغدة الدرقية وينشط ليحافظ على نمو وتطور الغدة الدرقية ويزيد إفرازه من الغدة الدرقية أثناء التدريب (MacArdl et al.,1994).



شكل (٣٤)
تأثير التدريب على زيادة إفراز هرمون النمو

النسب المئوية لمتغيرات هرمون النمو فى البلازما تحت تأثير التدريب percent change in plasma growth Hormone.

الهرمون المنبه للغدة الدرقية الأندروفينات والتدريب

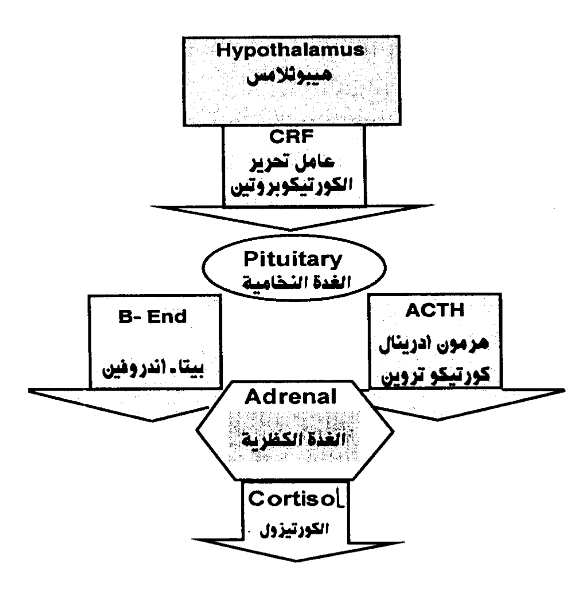
Endrophins and Exercise

تحت تأثير الضغط النفسى أو البدنى يزيد إفراز الغدة النخامية لهرمون (ACTH) Adrenocorticotrophic الذى ينبه الغدة الكظرية لإفراز هرمون الكورتيزول والذى له تأثيره السلبى على الحالة الصحية والاكتئاب، إلا أنه - ولحسن الحظ - فإن الفص الأمامى للغدة النخامية يقوم أثناء إفرازه لهرمون (ACTH) Adrenocorticotrophic بتكوين مادة تسمى بيتا -ليبوتروفين Beta - Lipotrophin والتى تقوم بدورها بتشكيل هرمون بيتا - أندروفين Beta - Endrophin (Vaander et al., 1985) وهذه المادة يطلق عليها المورفين الذى يكونه الجسم بداخله لكى يتفاعل مع المستقبلات المخدرة Opiate Receptors فى مناطق المخ

المسئولة عن نقل المعلومات الخاصة بالألم، ومن هذا المنطلق اتجه اهتمام الباحثين لدراسة كيف تستجيب مستويات البلازما لكل من بيتا - ليبوتروفين وبيتا - أندروفين لضغط التدريب، وأظهرت الدراسات فى بداية الثمانينيات أن التدريب يتسبب فى تغيرات متوازية فى مستوى البلازما لهرمون (ACTH) وبيتا - أندروفين (Fraioli, et al. 1980)، وقد ساند هذه الفكرة العمل الأولى الذى قام به Farrell,1985 والذى أظهر زيادة فى مستويات كل من بيتا -ليبوتروفين وبيتا - أندروفين تحت تأثير التدريب للرجال، كما أثبت ذلك أيضا Mcarthur ,1985 لدى السيدات، كما وجد Goldfarb et al. 1991 أن المجهود الأعلى شدة والأقصر دوما يسبب زيادة فى الأندروفين ويؤكد ذلك وجود ارتباط بين تغيرات بيتا - أندروفين وارتفاع مستوى حامض اللاكتيك لأكثر من ٤ مللى مول / لتر (العتبة الفارقة للاكتات) كما تتساوى استجابة المدربين وغير المدربين حتى ولو كان مستوى اللاكتيك أقل فى المدربين.

تأثير التدريب الرياضى على الاكتئاب

لا يمكن أن يحل التدريب مكان الرعاية والعلاج الطبى فى بعض الحالات التى تتطلب ذلك، ولكن يمكن الاستفادة من التأثيرات الإيجابية للتدريب لتحسين الحالة المزاجية وتحسين النوم غير أن ذلك قد لا ينطبق على جميع الحالات، كما يمكن الاستفادة من انخفاض خطورة الإصابة بأمراض السكر والقلب وهشاشة العظام لدى معظم الممارسين للتدريب.



شكل (٣٥)
إفراز بيتا أندروفين من الغدة النخامية لمواجهة تأثير الكورتيزول

ترجع أبحاث النشاط البدنى والاكتئاب إلى القرن التاسع عشر، غير أن السنوات العشر الأخيرة شهدت كثيرا من الدراسات التى أثبتت فائدة التدريب للحالة المزاجية سواء للأصحاء أو لمرضى الاكتئاب.

دراسات مرضى الاكتئاب الذين يخضعون للعلاج بالمستشفيات

* وجد Matinsen et al .,1984 انخفاضا معنويا فى مستوى الاكتئاب لدى المرضى الذين انتظموا فى تنفيذ برنامج للتدريب الهوائى، بينما لم يلاحظ ذلك فى المجموعة الضابطة التى اعتمدت على العلاج التقليدى وحده.

* استخدم Hannaford et al ., 1988 برنامجا للترويح العلاجى، يتكون من المشى والهرولة لمدة ٨ أسابيع وتوصل إلى انخفاض الاكتئاب لدى المجموعات التى استخدمت البرنامج.

* وللإجابة على أى الأنشطة البدنية أفضل؟ فى دراسة Doyne et al .,1987 على ٤٠ سيدة للمقارنة بين تأثير برنامج التدريب بالأثقال والجرى أظهرت النتائج انخفاضا متماثلا للاكتئاب.

* وعن العلاقة بين الاكتئاب واللياقة البدنية فى دراسة , . Sexton et al 1989 تحسنت الحالة المزاجية واللياقة دون علاقة بينهما من خلال تنفيذ برنامج المشى والهرولة.

أثبتت الدراسات أيضا الفوائد الكثيرة للتدريب لدى الأفراد غير المرضى ولكنهم فى مستوى خطورة عالية للإصابة بالاكتئاب.

* دراسة Mc Can , Holmes , 1984 على ٤٣ طالبة جامعية لديهن أعراض للحالة المزاجية وشعرن بالاكتئاب قمن بتنفيذ برنامج للتدريب الهوائى لمدة ١٠ أسابيع بواقع ساعة مرتين فى الأسبوع، ومجموعة تدريب استرخائى ومجموعة بدون تدريب ووجد تحسن معنوى فى مجموعة التدريب الهوائى.

* دراسة Roth , Holms , 1987 على ٥٥ طالبا جامعيا قاموا بتنفيذ برنامج تدريب هوائى وتدريب استرخائى وبدون علاج، وأظهرت النتائج بعد ١١ أسبوعا انخفاض مستوى الاكتئاب لدى المجموعات التى نفذت البرامج التدريبية.

* التدريب الهوائى وغير الهوائى لهما نفس الفائدة.

برنامج التدريب لعلاج الاكتئاب

محتوى البرنامج

لا يوجد نوع من الأنشطة البدنية يعتبر هو الأفضل لعلاج الاكتئاب، ولكن البرنامج المتكامل للياقة البدنية دائما يعتبر هو الأفضل ويجب أن يشمل:

* الأنشطة الهوائية مثل المشى والهرولة والسباحة.

* تدريبات المرونة والمطاطية.

* تدريبات الأثقال.

تقنين حمل التدريب

يعتبر المشى أفضل الأنشطة الهوائية لعدم حاجته إلى إمكانات وعدم حدوث الإصابات، كما أظهرت الدراسات أن الشدة المعتدلة تحسن الحالة المزاجية أفضل من التمرينات ذات الشدة العالية ولمدة طويلة.

أوصت كلية الطب الرياضى الأمريكية باستخدام التشكيل التالى:

* أن يكون الهدف هو الوصول إلى استمرار النشاط الهوائى ٢٠ - ٦٠ دقيقة ٣ - ٥ مرات فى الأسبوع من المشى أو أى أنشطة هوائية أخرى.

* تدريبات الأثقال ٢ -٣ مرات فى الأسبوع.
* تدريبات المرونة ٢ -٣ مرات فى الأسبوع.

يجب التدرج فى التدريب حتى يمكن الوصول إلى هذا المستوى، ويكفى فى البداية بضع دقائق من المشى.

شروط البرنامج الناجح

* توقع بعض العوائق التى تعوق تنفيذ البرنامج التدريبى، مثل الأعراض العامة لحالة الاكتئاب مثل شعور المريض بالتعب ونقص الطاقة والضعف النفسى الحركى والإحساس باليأس والانطواء مما يضعف الدافعية للتدريب؛ لذلك يجب البدء ببطء ومع تقدم العلاج يمكن التدرج بالبرنامج التدريبى، كما يمكن تجزئة فترة التدريب الكلية إلى مقاطع زمنية قصيرة على مدار اليوم بدلا من الأداء دفعة واحدة.
* عدم المبالغة للمريض فى تقدير التأثيرات الإيجابية للتدريب كوسيلة علاجية حتى لا ينظر إليه المريض بنوع من القلق والخوف من الفشل.
* وضع خطة التدريب بشكل واقعى بحيث لا تشكل عبئا ثقيلا على المريض وتراعى الحالة الفردية للمريض بحيث يؤجل التدريب للأفراد الذين يعانون من الحالات المتقدمة حتى يتم التخلص من الأعراض عن طريق العلاج النفسى، بينما يمكن البدء بالمشى لبضعة دقائق يوميا للأفراد غير المعتادين على التدريب.
* يختار المريض الأنشطة البدنية التى يحبها وبحيث تتميز بالسهولة والمتعة والمرح.
* يفيد استخدام الأنشطة الجماعية والتى تفيد كثيرا فى حالات الانطواء.
* أن تكون البيئة التى يمارس فيها التدريب مناسبة من حيث التدريب فى الهواء الطلق واستخدام الموسيقا.

الإيقاعات الحيوية والساعة البيولوجية

Biological Clock and Biological Rhythms

لاحظ الإنسان منذ القدم أن الكائن الحى يخضع لتوقيتات زمنية معينة ترتبط بها أهم وظائفه البيولوجية بمعنى أن جميع الوظائف الحيوية لأى كائن حى لا تعمل دائما على وتيرة واحدة وإنما تخضع لموجات من التذبذب بين الارتفاع والانخفاض وهو ما أدى إلى ظهور مصطلح الإيقاعات الحيوية Biological Rhythms ويعنى ارتباط مستوى وظائف الجسم بحلقات زمنية فى شكل دورات تطول أو تقصر، لاحظ الإسكندر الأكبر فى بداية القرن الرابع قبل الميلاد أن أوراق بعض الأشجار تتفتح فى النهار وتنغلق فى الليل، وفى سنة ١٧٢٩ قام عالم الفلك الفرنسى Jean Jacques d'Ortous deMairan بتسجيل أول تجربة عن الإيقاع الحيوى، حيث لاحظ أن أوراق زهرة عباد الشمس تتفتح نهارا

وتغلق ليلا، وفى القرن الثامن عشر اكتشف عالم النبات الشهير Carolus Linnaeus أن هناك إيقاعات مختلفة للزهور لدرجة أنه أصبح يميز ساعات اليوم من خلال إيقاعات هذه الزهور وسمى حديقته ساعة الزهور، ثم حدثت طفرة كبرى فى الخمسينيات حيث اكتشف Colin Pit-tendrigh أن الساعة اليومية circadian clocks تتكافأ مع دورة درجة حرارة الجسم خلال ٢٤ ساعة، حيث تزيد معظم أنشطة الجسم للتمثيل الغذائى تبعا لزيادة درجة حرارة الجسم.

ولقد أصبحت تطبيقات الإيقاعات الحيوية ذات أهمية كبيرة فى تنظيم حياة الإنسان وأصبحت تحدد فى ضوئه ساعات العمل وفترات الراحة البينية للعمال، ويؤدى تجاهل ذلك إلى كثير من الأخطار والإصابات للعامل نفسه وكذا للإنتاج، كما شملت التطبيقات المجال التربوى وأصبحت الجداول الدراسية توضع وترتب زمنيا بحيث تتناسب مع الإيقاع الحيوى لنشاط التلميذ البدنى والذهنى وكذا الإجازات الأسبوعية، وفى المجال الطبى ارتبطت مواعيد تناول الأدوية بالإيقاع الحيوى لوظائف الجسم وكذلك توقيت إجراء العمليات الجراحية، ولاشك أن المجال الرياضى هو أكثر المجالات التى يمكن أن تتضح فيه تأثيرات الإيقاع الحيوى المختلفة سواء على مستوى الجرعة التدريبية الواحدة أو التدريب خلال اليوم أو الأسبوع أو الموسم؛ لذلك يتخذ توزيع وتخطيط الأحمال التدريبية الشكل التموجى ولا يكون على وتيرة واحدة أبدا، وكذلك توافق مواعيد التدريب مع مواعيد إقامة المسابقات، ولعل أحد فوائد المعسكرات التدريبية هو ضبط الإيقاع الحيوى للرياضيين من حيث مواعيد النوم واليقظة والغذاء والتدريب والراحة وغيرها.

ومنذ أن بدأت الدراسات الكرونوبيولوچية ارتبطت فى مضمونها مع علم البيولوچى فى مجال الإيقاعات الحيوية ،وتختلف أنواع الإيقاعات الحيوية من عدة نواح سواء من ناحية طول الفترة الزمنية للدورة أو نوعية التغيرات الفسيولوچية وغيرها، فمنها ما هو لفترة أقل من ٢٤ ساعة أو لفترة ٢٤ ساعة أو لفترة الأسبوع أو الأسبوعين أو الشهر أو الفصول أو السنة، فليست كلها مجرد دورة ٢٤ ساعة Circadian Rhythm وإن كانت هذه الدورة أهمها لارتباطها بالنشاط البدنى بشكل واضح نظرا لمواعيد التدريب والمنافسات والأنشطة اليومية لحياة الرياضى التى كلما نظمت واتخذت شكلا يميل إلى الثبات تحسنت وظائف الجسم وزادت كفاءتها، كما أن معظم الكرونوبيولجيين يميلون لدراسة الإيقاع الحيوى اليومى على مدار ٢٤ ساعة ،حيث وجد أن معظم أنشطة الإنسان السلوكية والبيولوچية تخضع لدورة الإيقاع اليومى وأشهرها دورة النوم واليقظة.

دورة النوم واليقظة The Sleep-wake Cycle

تعتبر دورة النوم واليقظة من أشهر دورات الإيقاع الحيوى، حيث يتعود الإنسان على موعد ثابت للنوم وكذلك دون الحاجة لمنبه يوقظه

يستيقظ فى موعده المعتاد، حيث تتحكم فى هذه التوقيتات الساعة البيولوچية التى يجب أن ترتبط بالتوقيت المحلى للبلد الذى يقيم فيه الإنسان، وترتبط هذه الدورة بدورة الضوء والظلام على مدى ٢٤ ساعة طوال اليوم Circadian Rhythm، ويلاحظ أن هذه الدورة تكون قصيرة بالنسبة لفترة النوم لكبار السن، بينما لا تكون منتظمة للأطفال حديثى الولادة حتى تعمل الساعة البيولوجية اعتبارا من الأسبوع السادس من الولادة وحتى السادس عشر، وقد أجريت العديد من الدراسات حول هذه الدورة ووجد أنها تتأثر بظروف وطبيعة العمل وورديات العمل الليلية والسفر عبر المناطق الزمنية للكرة الأرضية.

وخلافا لدورة الإيقاع اليومى خلال ٢٤ ساعة تخضع كثير من العمليات البيولوچية فى جسم الإنسان لدورات إيقاعية أخرى قد تكون أقل من ٢٤ ساعة وتسمى Ultradian Rhythms وتنقسم فترة النوم إلى عدة دورات زمنية يمكن تصنيفها تحت هذا النوع من الإيقاع الحيوى، حيث يبلغ زمن كل دورة حوالى ٩٠ دقيقة، وتتكون دورة النوم من نمطين من الدورات دورة حركة العين السريعة REM (Rapid Eye Movement) ودورة حركة العين غير السريعة non-REM.

دورة حركة العين السريعة

REM (Rapid Eye Movement

هى فترة قصيرة نسبيا وحيوية ذات أحلام شاردة، ويلاحظ أن رسم المخ EEG (electro-encephalogram) خلالها يشبه رسم المخ فى حالة اليقظة وهى تمثل نوعا من النوم العميق.

دورة حركة العين غير السريعة non-REM

توجد خلال هذه الدورة أربع دورات متدرجة نحو النوم العميق أو موجة النوم البطىء، وخلال هذه الفترة يهدئ الجسم وخلال ٩٠ دقيقة تقريبا تنتهى الدورة الأولى، يعقبها دورة قصيرة (دورة حركة العين السريعة) وتستمر هذه الدورات طوال الليل مع زيادة طول فترة (دورة حركة العين السريعة) مع تقدم الليل.

أهمية النوم للرياضى

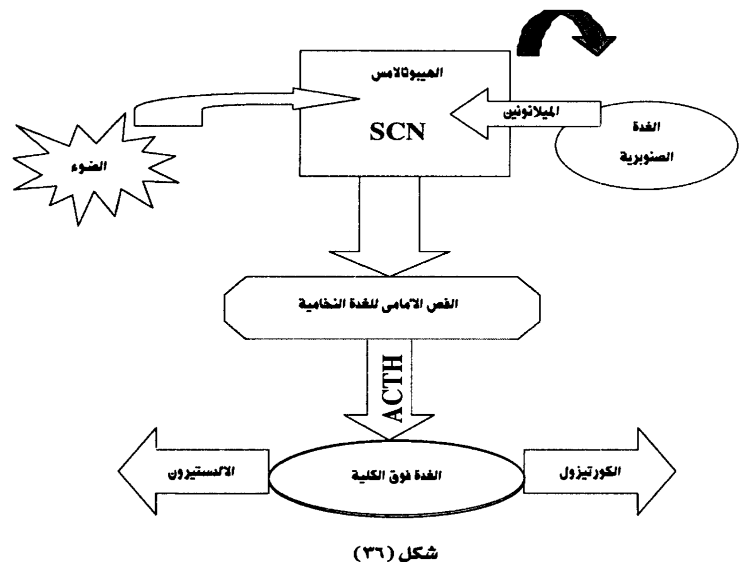
وتزداد أهمية النوم بالنسبة للرياضيين بشكل خاص؛ نظرا لأن فترة النوم لا تقل أهمية عن فترة التدريب ذاته، فإذا كانت عمليات التدريب تؤدى فى وقتها إلى هدم مواد للطاقة وتمزقات فى الأنسجة وتغيرات كثيرة تؤثر على حالة استقرار الجسم فإن الجسم ،يصبح فى حاجة إلى النوم لأنها الفترة الهامة لعمليات الإصلاح والترميم وتخليص الجسم من مخلفات التدريب التى إذا ما تراكمت ولم يتم التخلص منها أولا بأول لها خطورتها على مستوى الرياضى وفشل عمليات التكيف الفسيولوچى وظهور حالة التدريب الزائد وضعف جهاز المناعة مما يؤدى إلى سرعة إصابة الرياضى بالعدوى المرضية، فالجهاز المناعى يخضع للإيقاع الحيوى ولتأثير الهرمونات فينشط ليلا حتى الصباح ويقل خلال النهار، ارتباطا بزيادة إفراز هرمون الكورتيزول والألدوستيرون صباحا ونقص إفرازه ليلا ولكلا الهرمونين نأثيره

المثبط لجهاز المناعة وعلى العكس من ذلك ينشط هرمون الميلاتونين ليلا وله تأثيره المنبه لجهاز المناعة، وهرمون النمو الذى يتم إفرازه فى شكل إيقاعى كل ثلاث ساعات، بينما يصل إلى القمة فى المساء.

كل هذه العوامل تؤكد على أهمية النوم لصحة الرياضى ومستواه ووقايته من الأمراض وهذا قد يفسر أسباب فشل كثير من الرياضيين وتذبذب مستواهم نتيجة عدم كفاية ساعات النوم التى هى بالتالى اختلال فى الساعة البيولوچية، وإن كانت هناك ظروف تؤثر على الساعة البيولوچية للرياضى وإن كانت تخرج عن الإرادة مثل السفر فى منطقة أو بلد يختلف توقيتها الزمنى عن توقيت البلد التى يقيم فيها الرياضى، حيث يتأثر بشكل كبير نشاط الساعة البيولوچية ويحدث الأرق، كما يفسر ذلك أيضا ما قد يلاحظ من انخفاض المستوى الرياضى للرياضيين عقب عودتهم من المعسكرات التدريبية الخارجية، حيث يمر الرياضى بفترة معينة حتى يتم ضبط الإيقاع الحيوى مرة أخرى على التوقيت المحلى.

دور الهرمونات والجهاز العصبى فى ضبط الساعة البيولوچية

وتخضع هذه الإيقاعات لتحكم الجهاز الهرمونى والعصبى، حيث يوجد مركز الساعة البيولوچى فى الهيبو ثالاماس بالمخ والذى يؤثر بدوره على عمل الهرمونات من خلال الغدة النخامية والغدة الصنوبرية، وهذا الموضوع أصبح حاليا من الموضوعات الهامة التى يدرسها علم الكرونوبيولوچى Chronobiology، حيث تلعب هذه الإيقاعات الحيوية دورا هاما فى التأثير على صحة الإنسان وكفاءته البدنية والوظيفية، وفى



شكل (٣٦)
آليات عمل الساعة البيولوچية

المجال الرياضى يلعب الإيقاع الحيوى دورا هاما فى تنظيم حياة الرياضى اليومية والأسبوعية والتبادل مابين فترات النوم واليقظة والتدريب والاستشفاء ومواعيد المنافسات ومواعيد التدريب والتغيرات المرتبطة بتغير التوقيت الزمنى المحلى حينما تكون المنافسة فى بلد يختلف توقيتها الزمنى عن التوقيت المحلى لبلد الرياضى وغيرها من العمليات المرتبطة بالأداء الرياضى وعلاقته بالزمن والتوقيتات المخلفة.

يخضع نشاط الهرمونات أيضا للإيقاع الحيوى بأنواعه المختلفة سواء اليومى أو الأقل من اليومى، وهذا بدوره ينعكس على نشاط الإنسان اليومى، ومن هذه الهرمونات على سبيل المثال البرولاكتين prolactin والثيروتروبين thyrotropin والتستوستيرون testosterone وهرمون النمو Growth hormone (GH) ويتضح التأثير المباشر للساعة البيولوجية على هرمون ACTH وهرمون النمو Growth hormone (GH).

آليات عمل الساعة البيولوجية

تقع الساعة البيولوجية فى النواة فوق التصالب suprachiasmatic nucleus(SCN) وهى مجموعة من الخلايا المميزة توجد داخل الهيبوثالامس، وبالرغم من دورها الهام فى التحكم فى إيقاعات الجسم الحيوية، إلا أنها مجرد جزء من آليات تسجيل الزمن، حيث تشارك فى هذه العملية أجزاء كثيرة من الجهاز العصبى والغدد الصماء، مثل الجهاز العصبى الذاتى وجذع المخ والهيبو ثالامس، كما تشارك الغدة الصنوبرية والغدة النخامية من خلال المسار الشبكى الهيبوثالاماسى Retinohypothalamic Tract.

كيف تعمل الساعة البيولوجية لضبط إيقاعات الجسم؟

* توجد فى شبكية العين مستقبلات حسية خفيفة تستقبل الضوء وهى نقطة بداية المسار الشبكى الهيبوثالاماسى، حيث تنقل المعلومات عن الضوء من خلال هذا المسار إلى (SCN).
* تقوم ((SCN باستقبال المعلومة الواردة من الشبكية طوال اليوم ثم تقوم بتفسيرها وإرسالها إلى الغدة الصنوبرية.
* تقع الغدة الصنوبرية خلف الهيبوثالامس وهى تشبه حبة البسلاء فى تركيبها وتستقبل المعلومات بطريقة غير مباشرة من (SCN) وتقوم الغدة الصنوبرية بإفراز هرمون الميلاتونين Melatonin استجابة للرسالة الواردة.
* ويتأثر إفراز الميلاتونين بتوقيت اليوم، حيث يثبط نشاطه ضوء النهار ويزيد نشاطه إذا ما اختفى ضوء النهار، ويستخدم الباحثون الآن مستويات الميلاتونين كمؤشر دقيق للإيقاع حوالى اليومى Circadian Rhythm فى الإنسان.
* يزول الإيقاع حوالى اليومى Circadian Rhythm إذا ما حدث خلل فى (SCN).

* ويوجد لدى (SCN) مستقبلات لهرمون الميلاتونين حيث تقوم (SCN) بعد استقباله بتنبيه الاستجابة العصبية الهرمونية بالهيبوثالاماس، وبذا يتم التحكم فى الإيقاع حوالى اليومى Circadian Rhythm.

* يقوم الهيبوثالامس بتنبيه الفص الأمامى للغدة النخامية.

* تقوم الغدة النخامية بإفراز هرمون ACTH.

* يقوم هرمون ACTH بتنبه الغدة فوق الكلية لتفرز هرمونى الكورتيزول والألدوستيرون، مما يؤدى إلى التأثير على وظائف كثير من أجهزة الجسم وتشمل الغدد الصماء والجهاز الدورى والجهاز البولى والجهاز المناعى.

تأثير اختلاف التوقيت المحلى على الساعة البيولوجية

يضطر الرياضى فى كثير من الأحيان أن يشارك فى مباراة أو دورة أو بطولة فى بلد يبعد عن بلده، وكذلك يختلف فى توقيته الزمنى عن التوقيت المحلى لبلد الرياضى الذى تعود عليه وضبطت الساعة البيولوجية، تحت تأثيره، وهنا يمر الرياضى بفترة تختل خلالها الساعة البيولوجية وبالتالى يختل الإيقاع اليومى ودورة النوم واليقظة ويمكن أن يؤثر ذلك سلبا على مستوى الرياضى الفنى، وهذه الحالة يطلق عليها مصطلح «القذف - النفاثة» Jet - Lag ويقصد بذلك تشبيه قذف الإنسان بالطائرة النفاثة تعبيرا عن سرعة انتقال الفرد من مكان إلى آخر، ويمر بهذه الحالة أى فرد ينتقل بسرعة من بلد إلى آخر، كما يشعر بنفس الأعراض العاملون نهارا ثم تنقل ورديات عملهم ليلا بدلا من نهارا.

اختلال الإيقاع الحيوى اليومى

(ظاهرة جيت - لاج Jet- lag)

حينما ينتقل الإنسان بسرعة من مكان إلى آخر معبرا المناطق الزمنية المرتبطة بخطوط الطول على الكرة الأرضية، فإن جميع أجهزة جسمه تظل تتبع فى إيقاعها التوقيت المحلى لبلده الأصلى من حيث مواعيد النوم واليقظة والطعام والهضم والإخراج والجوع ودرجة حرارة الجسم وغيرها، ولا يستطيع الجسم تغيير إيقاع وظائفه الحيوية بنفس سرعة انتقال الشخص ذاته حيث تتطلب هذه العملية فترة زمنية أطول قليلا حتى يتم ضبط الساعة البيولوچية وفقا للتوقيت المحلى للبلد الذى وصل إليه الفرد، ويحتاج الجسم إلى معدل يوم واحد مقابل عبور كل خط طولى أو منطقة زمنية حتى تتكيف درجة حرارة الجسم كاملا، ونتيجة لذلك تختل دورة النوم واليقظة وقد لا يستطيع الفرد النوم لعدة أيام، غير أن النشاط والاتصالات الاجتماعية طوال النهار قد تساعد فى سرعة التكيف إيقاع اليقظة Arousal Rhythm ويجب أن تتم عمليات ضبط إيقاع اليقظة بصورة أسرع من ضبط إيقاعات درجة حرارة الجسم وفقا للتوقيت المحلى الجديد، بينما يكون مستوى الأداء البدنى دون المعدل، وتختلف أعراض حالة اختلال الساعة البيولوچية تبعا لعدة عوامل من بينها الفروق الفردية وكذلك مقدار المسافة المقطوعة عبر خطوط الطول أو المناطق

الزمنية وكذلك تبعا لاتجاه السفر شرقا أو غربا، وقد تستمر الأعراض الشديدة لفترة ٢ - ٣ أيام بعد الوصول مقارنة باليوم الأول للوصول، غير أن عملية الضبط الكاملة تتم فى غضون ١٠ أيام.

يبدأ التأثير المحسوس لهذه الظاهرة بداية من وصول الفارق الزمنى بين التوقيت المحلى وتوقيت بلد الوصول ٣ ساعات، حيث تحدث تغيرات بدرجة جوهرية، وهنا تتوقف درجة هذه التغيرات على كل من زمن المغادرة وزمن الوصول.

كما تتأثر شدة التغيرات فى الإيقاعات الحيوية تبعا لاتجاه السفر شرقا أو غربا، حيث يسهل سرعة التكيف عند السفر فى اتجاه الغرب أكثر منه فى اتجاه الشرق، فعند الاتجاه إلى الغرب يزيد طول دورة الإيقاع الحيوى اليومى بشكل طبيعى مؤقتا والتى يمكن أن تمتد إلى ٢٧ ساعة وهو بذلك يظل فى حدود الإيقاع اليومى؛ لذلك يسهل التكيف مع التطويل الصناعى لليوم عكس الاتجاه نحو الشرق، غير أن هذا الفارق يتلاشى إذا ما كان الفارق الزمنى يقترب من ١٢ ساعة؛ لذلك ينخفض مستوى الأداء الرياضى أكثر عند الاتجاه إلى الشرق مقارنة بالاتجاه إلى الغرب.

يتميز الأفراد الأصغر سنا بقدرة أفضل على تحمل اختلاف التوقيت المحلى وتأثيراته على الإيقاعات الحيوية، وقد يرجع ذلك إلى حسن الأداء الوظيفى للساعة البيولوچية، كما يلعب مستوى اللياقة البدنية دورا هاما، وكذلك يتكيف الأشخاص المميزون بالنشاط عن غيرهم بشكل أسرع.

كيف يمكن تقليل تأثير جت - لاج Jet lag؟

يمكن تقليل تأثير (جت - لاج) وزيادة سرعة ضبط الساعة البيولوچية تبعا للتوقيت الجديد من خلال عدة إجراءات كما يلى:

١- تحديد موعد المغادرة والوصول

يمكن تحديد مواعيد السفر بحيث يصل الرياضى إلى مكان الوصول وهو فى حالة بدنية وفسيولوچية جيدة نسبيا، وذلك من خلال إتاحة الفرصة للوصول قبل المنافسة بما يعادل يوم مقابل عبور كل خط طولى أو منطقة زمنية مع تنظيم العوامل الخارجية المؤثرة على الرياضى مثل راحة الساعة البيولوچية من خلال تنظيم مواعيد الراحة والتدريب، والضوء والظلام، مواعيد الوجبات والأنشطة الاجتماعية، ومن المفيد فى هذا المجال أن يقوم المسئول عن الرحلة بالمرور على شركات الطيران لاختيار أفضل خط للرحلة يتفق مع المواعيد المطلوبة، وكذلك مراعاة التغيير بين الطائرات (الترانزيت) وظروفه والخطوات والإجراءات المطلوبة قبل المغادرة وكذلك خلال الرحلة فى الطائرة وعقب الوصول كل هذه الإجراءات يجب أن تكون مدروسة ومرتبة ومخططة قبل بدء القيام بالرحلة.

٢- ترتيبات ما قبل السفر وخلاله

يمكن بشىء من الاستعداد تقليل أعراض ظاهرة (جيت - لاج) بواسطة بعض الترتيبات

فيمكن قبل موعد الرحلة بأسبوع أن تنظم مواعيد وتوقيتات أنشطة الرياضي اليومي بما يتفق مع التوقيتات التي سيتم خلالها تنفيذ هذه الأنشطة بعد السفر، مثل مواعيد النوم والاستيقاظ وتناول الطعام والتدريب وغيرها، وبالرغم من عدم تغير دورة النوم واليقظة لارتباطها بالضوء، إلا أن الأداء الحركي يمكن أن يتأثر بمثل هذه الترتيبات. بمجرد تحديد موعد الطيران يمكن تخطيط الترتيبات في الطائرة، ومن المهم مراعاة ما يأتي أثناء السفر بالطائرة:

* يظل الرياضي متيقظا نهار يوم السفر.
* يظل منتبه الذهن طوال السفر ويمكن مشاهدة فيلم سينمائي على الطائرة.
* في حالة السفر لفترة طويلة ليلا يمكن أن يأخذ الرياضي قسطا من النوم في الطائرة.
* يجب تنسيق فترات النوم واليقظة في الطائرة مع موعد تناول وجبات الطعام.
* مراعاة فترات الترانزيت.
* يمكن الاحتفاظ بالتوقيت في الساعة كما هو حتى أول نقطة للترانزيت ثم يغير أو يتم تغييره في منتصف المسافة تبعا للتوقيت في بلد الوصول.
* لتعويض الجفاف الذي يحدث نتيجة الهواء الجاف على سطح الطائرة يمكن تناول عصائر الفاكهة ويجب تجنب المشروبات الفوارة.
* عدم تناول مشروبات كحولية، فإضافة إلى تحريمها دينيا وصحيا فإنها تسبب زيادة في التبول واختلال الإيقاع اليومي لوظائف الكلى.
* يمنع أيضا تناول الكافيين في القهوة أو الشاي أو البيبسي والكوكاكولا؛ نظرا لكونه أيضا يتسبب في فقد ماء الجسم عن طريق زيادة التبول، خلافا لتأثيره المنبه للجهاز العصبي مما يعوق الرغبة في النوم في حالة التخطيط لذلك.
* يوصى قبل النوم بتناول وجبة غنية بالكربوهيدرات قليلة البروتين حتى تزيد من النعاس، حيث تؤدي الكربوهيدرات إلى ظهور الناقل العصبي السيروتونين الذي يشارك في تنظيم النوم.
* وعلى العكس من ذلك فإن الكافيين والوجبة منخفضة الكربوهيدرات عالية البروتين في طعام الإفطار تساعد على رفع مستوى اليقظة وتجنب النوم.
* يمكن أن يشعر الرياضي بنوع من التصلب أو التقلصات العضلية نتيجة الجلوس في وضع واحد لفترة طويلة في الطائرة؛ لذلك يمكن للرياضي القيام ببعض الانقباضات العضلية الأيزومترية (الثابتة) لعضلات الذراعين والرجلين والجذع.
* يمكن التحرك في الطائرة وأداء بعض تمرينات المرونة والمطاطية.

٣- ترتيبات ما بعد الوصول لبلد المنافسة

* عند الوصول إلى البلد المقصود يجب أن يعد الرياضى نفسه مع التوقيت المحلى الجديد لهذا البلد مع الاستعداد للتغيرات البيئية الأخرى، سواء كانت حرارة أو رطوبة أو مرتفعات.

* عند السفر فى اتجاه الغرب يسمح للرياضى بالنوم مبكرا، وفى هذه الحالة يمكن تنفيذ جرعة تدريب خفيفة فى المساء، حيث يمكن أن تساعد فى سرعة ضبط الإيقاعات الحيوية تبعا للتوقيت المحلى الجديد.

* يجب تخفيض جرعات التدريب فى الأيام الأولى للوصول، حيث يحتاج الرياضى إلى فترة لاستعادة الاستقرار التجانسى ويؤدى إغفال ذلك إلى حدوث الإصابات أو الحوادث.

* يمكن المشاركة فى مباراة ودية واحدة على الأقل قبل نهاية الأسبوع الأول من الوصول وقبل المشاركة فى سلسلة مباريات الدورة.

* زيادة الكربوهيدرات فى وجبة العشاء مع الاحتواء الوجبة على الخضروات مع شريحة من اللحم البقرى المشوى والبطاطس المحمرة والمكرونة أو الأرز والخبز بحيث تكون الوجبة بها ألياف لمنع الإمساك.

* يجب عدم تشجيع الرياضيين على النوم خلال النهار كما فى توقيتات بلدهم الأصلية، حيث يؤدى ذلك إلى الأرق ليلا وعدم ضبط الساعة البيولوچية على النظم الجديدة.

* يمكن تناول الكافيين من خلال القهوة والثيوفيلين Theophylline لتغيير الساعة البيولوچية فى المواعيد المناسبة، حيث تنبه الجهاز العصبى المركزى فعند تناولها مساء تساعد على الاستشفاء بعد السفر فى اتجاه الشرق وبعد الظهر بعد السفر فى اتجاه الغرب.

ملخص

* يقوم الجهازان العصبى والهرمونى بالتعاون معا للمحافظة على الاستقرار التجانسى لجميع أجهزة الجسم؛ ولذلك يطلق على استجابتهما معا مصطلح الاستجابة العصبية - الهرمونية Neuroendocrine Response والفارق بين الجهازين أن الهرمونات يتم إفرازها فى الدم مباشرة لتصل مع الدورة الدموية إلى الأنسجة المستهدفة، بينما تستخدم الأعصاب الناقلات العصبية لنقل الرسالة من عصب إلى آخر أومن عصب إلى أنسجة.

* الهرمونات هى رسائل كيميائية تفرز فى الدم بواسطة خلايا إفراز داخلية أو بواسطة خلايا عصبية معينة، وكما أظهرت الدراسات فى السنوات الأخيرة أن إفراز الهرمونات لم يعد مقصورا على الغدد الصماء وحدها، فهناك أيضا أنسجة أخرى فى الجسم تقوم بإفراز الهرمونات.

* يمكن تلخيص وظائف الهرمونات أثناء النشاط البدنى فى التمثيل الغذائى للطاقة - تعبئة وتنظيم استهلاك وقود الطاقة - توازن سوائل الجسم - بناء بروتين الجسم - سرعة الاستشفاء بعد التدريب - ديناميية الدم فى الأوعية الدموية - الوظيفة المناعية - تحسين حالة الفرد النفسية - ضبط الساعة البيولوجية والإيقاعات الحيوية.

* عند أداء الأنشطة التى تتميز بالسرعة والقوة مثل العدو أو رفع الأثقال يزيد تركيز الكاتى كولامين Catecholamine وهى الإبنفرين والنور إبنفرين فى الدم، حيث يقوم بتأثيره على التمثيل الغذائى فى العضلات الهيكلية والعضلات الناعمة والقلب والنسيج الدهنى والكبد.

* يحتاج الرياضى عند اداء أنشطة معتدلة الشدة طويلة الدوام عندما يزداد زمن العمل العضلى يتجه الجسم إلى الاعتماد على الدهون كمصدر للطاقة، يقوم نخاع الغدة الكظرية بزيادة إفراز هرمونات الكاتيكولامين وهى البنفرين والنورأبنفرين.

* أثناء النشاط البدنى يتغير تركيز الهرمونات بالدم بهدف تنظيم عملية التمثيل الغذائى وتسمى عمليات زيادة تركيز مصادر الطاقة (الجلوكوز - الأحماض الدهنية الحرة - الأحماض الأمينية) فى الدم بمصطلح «التعبئة Mobilization» فحينما يكون النشاط قصيرا وسريعا تكون الغلبة لتركيز هرمونات الكاتيكولامين، وتزيد كذلك هذه الهرمونات خلال التدريب الأقل من الأقصى.

* تتغير مستويات تركيز هرمونات النمو والكورتيزول والأنسولين فى الدم أثناء النشاط البدنى، حيث يقل الأنسولين ويزيد الجلوكاجون تدريجيا مع زيادة شدة الحمل البدنى ويزيد تركيز هرمون النمو والكورتيزول، ويقوم هرمون النمو بدوره الرئيسى بزيادة تركيز الأحماض الدهنية الحرة فى الدم وتثبيط امتصاص الأنسجة لجلوكوز الدم؛ ولذلك يساعد هرمون النمو على سرعة الاستشفاء بعد التدريب، نظرا لزيادة فترة بقائه فى الدم بعد التدريب وتساعد زيادة هرمون النمو أيضا على زيادة استثارة العضلة لإعادة

بناء الجليكوجين بواسطة IGF-I مع سرعة تكسير الدهون.

* لا يزيد إفراز الأنسولين ويرجع ذلك إلى سببين هما:

١- يزيد الحمل البدنى من امتصاص العضلات الهيكلية للجلوكوز عن طريق ناقل الجلوكوز GLUT-4.

٢- ما يصاحب الحمل البدنى مرتفع الشدة من زيادة لاكتات الدم والحمضية و- IGF.

* تقوم الهرمونات بعدة عمليات للحفاظ على مستوى سكر الدم الذى تحتاج إليه خلافا للعضلات أيضا النسيج العصبى وكرات الدم الحمراء.

* تقوم الهرمونات بعملها على مستويين، فمنها مجموعة هرمونات تفاعلها بطىء لكنها ممهدة أو مسهلة لمجموعة أخرى من الهرمونات سريعة التفاعل فتضم المجموعة المسهلة البطيئة التفاعل هرمونات الثيروكسين والكوتيزول وهرمون النمو، بينما تضم المجموعة الأخرى سريعة التفاعل الإبنفرين والنورإبنفرين والأنسولين والجلوكاجون.

* الهرمونات تلعب دورا هاما فى تصحيح عدم التوازن الذى يحدث وتعمل على المحافظة على مستوى سوائل الجسم، ويتم ذلك مصاحبا بتنظيم توازن الأملاح المعدنية وخاصة الصوديوم، ويقوم بالعمل الرئيسى لتنظيم ذلك هرمونى الدوستيرون Aldosterone والهرمون المضاد للتبول Antidiuretic Hormone (ADH) مستهدفين التأثير على نشاط الكلى.

* يشترك كل من هرمونى التيستوستيرون Tes-tosterone وهرمون النمو Growth Hormone فى تكيف العضلات للتدريب بالمقاومة حيث يتم إفراز الهرمونين عند التدريب بالمقاومة، لكى يقوما معا بالتأثير على زيادة حجم العضلة.

* تساعد الهرمونات على سرعة استعادة مخزون الجليكوجين من خلال استمرارية حساسية العضلات للأنسولين لفترة طويلة أثناء الاستشفاء وكذلك تنشيط ناقلات الجلوكوز لتقوم بنقل المزيد من الجلوكوز إلى العضلات، وتظل هذه الناقلات تعمل حتى بعد الانتهاء من التدريب، وكذلك يظل نشاط الهرمونات المساعدة يعمل على إعادة بناء الجليكوجين فى الكبد Gluconeogenesis من خلال حامض اللاكتيك والأحماض الأمينية، وهذا يفسر التوصية بسرعة تناول الكربوهيدرات عقب التدريب الطويل مباشرة نظرا، لزيادة نشاط امتصاص الجلوكوز وعمليات إعادة بناء الجليكوجين مما يساعد على سرعة الاستشفاء..

* يستمر تأثير هرمون الألدوستيرون Aldosterone والهرمون المضاد للتبول Antidiuretic Hormone (ADH) بعد التدريب لمدة ١٢-٤٨ ساعة؛ ليقلل إنتاج البول ويقى الجسم من الجفاف (نقص سوائل الجسم).

* زيادة هرمونى الكاتيكولامين المصاحبة لزيادة شدة التدريب تؤدى إلى زيادة انقباض الأوعية الدموية، كما تزيد أيضا المقاومة الطرفية نتيجة زيادة أنجيوتنسين ١ Angiotensin I والهرمون المضاد للتبول Antidiuretic Hormone

(ADH)اللذين يقومان بدوريهما فى انقباض العضلات الناعمة الطرفية.

* توجد دلائل قوية على أن لهرمونات الضغط Stress Hormones التى تفرزها الغدد أثناء وقوع الرياضى تحت ضغط بدنى أو ضغط نفسى لها تأثيرها على التغيرات العددية والنسبية لكرات الدم البيضاء فى الدم، وأصبح من المعروف أن هرمونى الإبنفرين والكورتيزول لهما تأثيرهما على زيادة عدد الكرات البيضاء فى الدم.

* وتساعد ممارسة الرياضة المعتدلة على تحسين جهاز المناعة نتيجة تأثيرها على تقليل مستوى الضغوط النفسية وتحسن الحالة المزاجية مما يساعد فى تقليل التأثير السلبى لهرمونات الضغط ويقل الشعور بالاكتئاب والقلق مما يقلل من الهرمونات المرتبطة بالحالة النفسية وبالتالى يتحسن جهاز المناعة.

* تلعب الهرمونات دورا هاما فى التأثير على الصحة النفسية للإنسان، كما تؤثر الرياضة تأثيرا إيجابيا على تلك الهرمونات مما يساعد فى تأثير الرياضة على التخلص من الأرق والقلق والتوتر وغيرها.

* جميع الوظائف الحيوية لأى كائن حى لا تعمل دائما على وتيرة واحدة وإنما تخضع لموجات من التذبذب بين الارتفاع والانخفاض، وهو ما أدى إلى ظهور مصطلح الإيقاعات الحيوية Biological Rhythms ويعنى ارتباط مستوى وظائف الجسم بحلقات زمنية فى شكل دورات تطول أو تقصر.

* تعتبر دورة النوم واليقظة من أشهر دورات الإيقاع الحيوى، حيث يتعود الإنسان على موعد ثابت للنوم وكذلك دون الحاجة لمنبه يوقظه يستيقظ فى موعده المعتاد.

* الجهاز المناعى يخضع للإيقاع الحيوى ولتأثير الهرمونات فينشط ليلا حتى الصباح ويقل خلال النهار، ارتباطا بزيادة إفراز هرمون الكورتيزول والألدوستيرون صباحا ونقص إفرازه ليلا ولكلا الهرمونين تأثيره المثبط لجهاز المناعة، وعلى العكس من ذلك ينشط هرمون الميلاتونين ليلا وله تأثيره المنبه لجهاز المناعة، وهرمون النمو الذى يتم إفرازه فى شكل إيقاعى كل ثلاث ساعات، بينما يصل إلى القمة فى المساء.

* وتخضع هذه الإيقاعات لتحكم الجهاز الهرمونى والعصبى، حيث يوجد مركز الساعة البيولوچى فى الهيبو ثالاماس بالمخ والذى يؤثر بدوره على عمل الهرمونات من خلال الغدة النخامية والغدة الصنوبرية.

* يخضع نشاط الهرمونات أيضا للإيقاع الحيوى بأنواعه المختلفة، سواء اليومى أو الأقل من اليومى وهذا بدوره ينعكس على نشاط الإنسان اليومى، ومن هذه الهرمونات على سبيل المثال البرولاكتين prolactin والثيروتروبين thy- rotropin والتستوستيرون testosterone وهرمون النمو Growth hormone (GH)ويتضح التأثير المباشر للساعة البيولوچية على هرمون ACTH وهرمون النمو Growth hormone (GH).

* عند السفر إلى بلاد يختلف توقيتها الزمنى عن بلد الرياضى يمر الرياضى بفترة تختل خلالها الساعة البيولوچية، وبالتالى يختل الإيقاع اليومى ودورة النوم واليقظة، ويمكن أن يؤثر ذلك سلبا على مستوى الرياضى الفنى، وهذه الحالة يطلق عليها مصطلح «القذف - النفاثة» Jet - Lag.

* يمكن الوقاية من تأثير «الجت - لج» بواسطة بعض الترتيبات الخاصة قبل وأثناء السفر.

أسئلة للمراجعة

١- ما هى وظيفة الهرمونات بصفة عامة وما هى مصادر إفرازها فى الجسم ؟

٢- ما هو الفارق بين دور كل من الجهاز العصبى ودور الهرمونات فى التحكم والسيطرة على وظائف الجسم؟

٣- اذكر أسماء الغدد الصماء مع ذكر إحدى الوظائف الهامة للهرمونات التى تقوم بإفرازها؟

٤- أذكر بعض أنسجة الجسم التى تفرز هرمونات مع ذكر أهم وظائفها؟

٥- اذكر الوظائف الأساسية للهرمونات تحت تأثير النشاط الرياضى ؟

٦- كيف تعمل الهرمونات على توفير سكر الجلوكوز بالدم والحفاظ على مستواه؟

٧- ما هى أسباب انخفاض إفراز هرمون الأنسولين أثناء النشاط البدنى وزيادة هرمون الجلوكاجون؟

٨- ما هى تأثيرات هرمون الكورتيزول أثناء ممارسة النشاط البدنى على حالة استعداد الرياضى الفسيولوچية؟

٩- ما هى التغيرات الفسيولوچية المؤدية إلى استجابات (حارب أو اهرب)؟

١٠- ما هو تأثير الحمل عالى الشدة على وظيفة المناعة لدى الرياضيين؟

١١- ما أهمية النمو للرياضين من الناحية الصحية والفسيولوچية؟

١٢- ما هو دور المدرب والإدارى عند سفر الرياضيين للمشاركة فى إحدى البطولات فى بلد يختلف توقيته عن البلد الأصلى؟

• الإيقاعات الحيوية Biological Rhythms

* جميع الوظائف الحيوية لأى كائن حى لا تعمل دائما على وتيرة واحدة، وإنما تخضع لموجات من التذبذب بين الارتفاع والانخفاض.

• ترقيق الدم Hemodilution

* ويظل تأثير هرمون الألدستيرون يعمل لإعادة امتصاص الصوديوم من الكلى إلى الجسم بعد التدريب لفترة ٢٤ -٤٨ ساعة ،وهذا بدوره يزيد من تركيز الصوديوم فى الجسم عن مستواه الطبيعى، ولتعويض زيادة الصوديوم يتم تناول الماء بدرجة أكبر، ونتيجة لذلك يمكن أن يزيد حجم البلازما مما يقلل تركيز المواد التى فى الدم، بالرغم من عدم تغير حجمها الحقيقى.

• الهرمونات Hormones

الهرمونات هى رسائل كيميائية تفرز فى الدم بواسطة خلايا إفراز داخلية أو بواسطة خلايا عصبية معينة، وكما أظهرت الدراسات فى السنوات الأخيرة أن إفراز الهرمونات لم يعد مقصورا على الغدد الصماء وحدها، فهناك أيضا أنسجة أخرى فى الجسم تقوم بإفرازات تتفاعل مثل الهرمونات. .

• ظاهرة (جيت - لاج Jet- lag)

* حينما ينتقل بسرعة الإنسان من مكان إلى آخر معبرا المناطق الزمنية المرتبطة بخطوط الطول على الكرة الأرضية، فإن جميع أجهزة جسمه تظل تتبع فى إيقاعها التوقيت المحلى لبلده الأصلى من حيث مواعيد النوم واليقظة والطعام والهضم والإخراج والجوع ودرجة حرارة الجسم وغيرها، ولا يستطيع الجسم تغيير إيقاع وظائفه الحيوية بنفس سرعة انتقال الشخص ذاته، حيث تتطلب هذه العملية فترة زمنية أطول قليلا حتى يتم ضبط الساعة البيولوچية وفقا للتوقيت المحلى للبلد الذى وصل إليه الفرد.

• الاستجابة العصبية والهرمونية

Neuroendocrine Response

يقوم الجهازان العصبى والهرمونى بالتعاون معا للمحافظة على الاستقرار التجانسى لجميع أجهزة الجسم، والفارق بين الجهازين أن الهرمونات يتم إفرازها فى الدم مباشرة لتصل مع الدورة الدموية إلى الأنسجة المستهدفة، بينما تستخدم الأعصاب الناقلات العصبية لنقل الرسالة من عصب إلى آخر أو من عصب إلى أنسجة.

• دورة النوم واليقظة Sleep-wake Cycle

تعتبر دورة النوم واليقظة من أشهر دورات الإيقاع الحيوى، حيث يتعود الإنسان على موعد

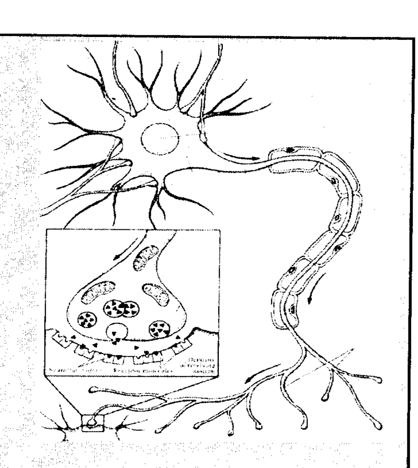
ثابت للنوم، وكـذلك دون الحـاجـة لمنبـه يوقظه يستيقظ فى موعده المعتاد، حيث تتحكم فى هذه التوقيتات الساعة البيولوچية التى يحب أن ترتبط بالتوقـيت المحلى للبلد الذى يقيم فيـه الإنسان، وترتبط هذه الدورة بـدورة الضـوء والظلام على مـــدى ٢٤ ســاعـــة طوال اليـــوم Circadian .Rhythm

• هرمونات الضغط **Stress Hormones**

* هرمـونات تفـرزهـا الغـدد أثناء وقـوع الرياضى تحت ضـغـط بدنى أو ضـغط نفسى لها تأثيرها على التغيرات العددية والنسبية لكرات الدم البيضاء فى الدم.



الباب الثالث



الجهاز العضلى واللياقة العضلية

* الفصل الخامس :

الجهاز العضلى Muscular System

* الفصل السادس :

تدريب اللياقة العضلية Muscular Fitness Training

الفصل الخامس

الجهاز العضلى

Muscular System

- أنواع العضلات Types of Muscles
- العضلة الهيكلية Skeletal Muscle
- الانقباض العضلى Muscular contraction
- أنواع الألياف العضلية Muscle Fiber Types
- أنواع العمل العضلى Types Of Muscular Action
- التعب العضلى الموضعى Local Muscular Fatigue
- التقلصات العضلية Muscle Cramps والألم العضلى Muscular soreness

يهدف هذا الفصل إلى:

- أن يتعرف القارىء على العضلة الهيكلية وتركيبها ووظيفة كل من مكوناتها.
- أن يتعرف القارئ على مكونات العضلة الدقيقة داخل الخلية العضلية والمكونات المطاطة والمكونات الانقباضية.
- أن يتعرف القارئ على كيفية حدوث الانقباض العضلى وتسلسل العمليات الكيميائية الكهربائية الميكانيكية المسئولة عن حدوث الانقباض.
- أن يتعرف القارئ على أنواع الألياف العضلية البطيئة والسريعة منها ومدى تأثير التدريب على كل منها ومدى إمكانية تغيرها.
- أن يتعرف القارئ على تأثير حدوث الإصابة على الألياف العضلية.
- أن يتعرف القارئ على مشكلة التقلص العضلى والألم العضلى والتعب العضلى باعتبارها من العوامل الأساسية التى تحد من الكفاءة الوظيفية للعضلة.

أنواع العضلات Types of musules

يوجد بجسم الإنسان ثلاثة أنواع من النسيج العضلى هى العضلة الهيكلية skeletal muscle، والعضلة الناعمة smooth muscle، وعضلة القلب، وترتبط معظم العضلات الهيكلية بالجهاز العظمى للتحكم فى حركة الجسم.

وكل من العضلة الهيكلية وعضلة القلب مصنفة تحت اسم العضلات المخططة striated muscles؛ نظرا لأن نسيجها يظهر تحت الميكروسكوب الضوئى فى شكل مناطق معتمة ومناطق مضيئة، أما العضلات الناعمة فهى تشكل عضلات أعضاء الجسم الداخلية والقنوات والأنابيب مثل المعدة والأوعية الدموية والمثانة، وهى تظهر تحت الميكروسكوب بشكل متجانس بدون مناطق معتمة ومضيئة.

توصف العضلات الهيكلية غالبا بأنها عضلات إرادية voluntary muscles، بينما توصف عضلة القلب والعضلات الناعمة بأنها عضلات غير إرادية involuntary، تتركب العضلية من مجموعة مختلفة من الأنسجة، فهى تحتوى على الخلية العضلية أو الألياف العضلية ذاتها والأعصاب والأوعية الدموية والأنسجة الضامة، وتنقبض العضلات الهيكلية كاستجابة لإشارة عصبية من الخلية العصبية الحركية ولا تستجيب بشكل مباشر تحت تأثير الهرمونات، وذلك على العكس بالنسبة لعضلة القلب والعضلات الناعمة، وكذلك تحت تأثير الجهاز العصبى الذاتى (الأتونومى) ويتميز النسيج العضلى ببعض الخصائص التى تمكنه من أداء وظيفته وهى:

١- القابلية للاستثارة excitability.

٢- الانقباضية contractility.

٣- القابلية للامتداد extensibility.

٤- المطاطية Elasticity.

العضلة الهيكلية Skeletal muscle

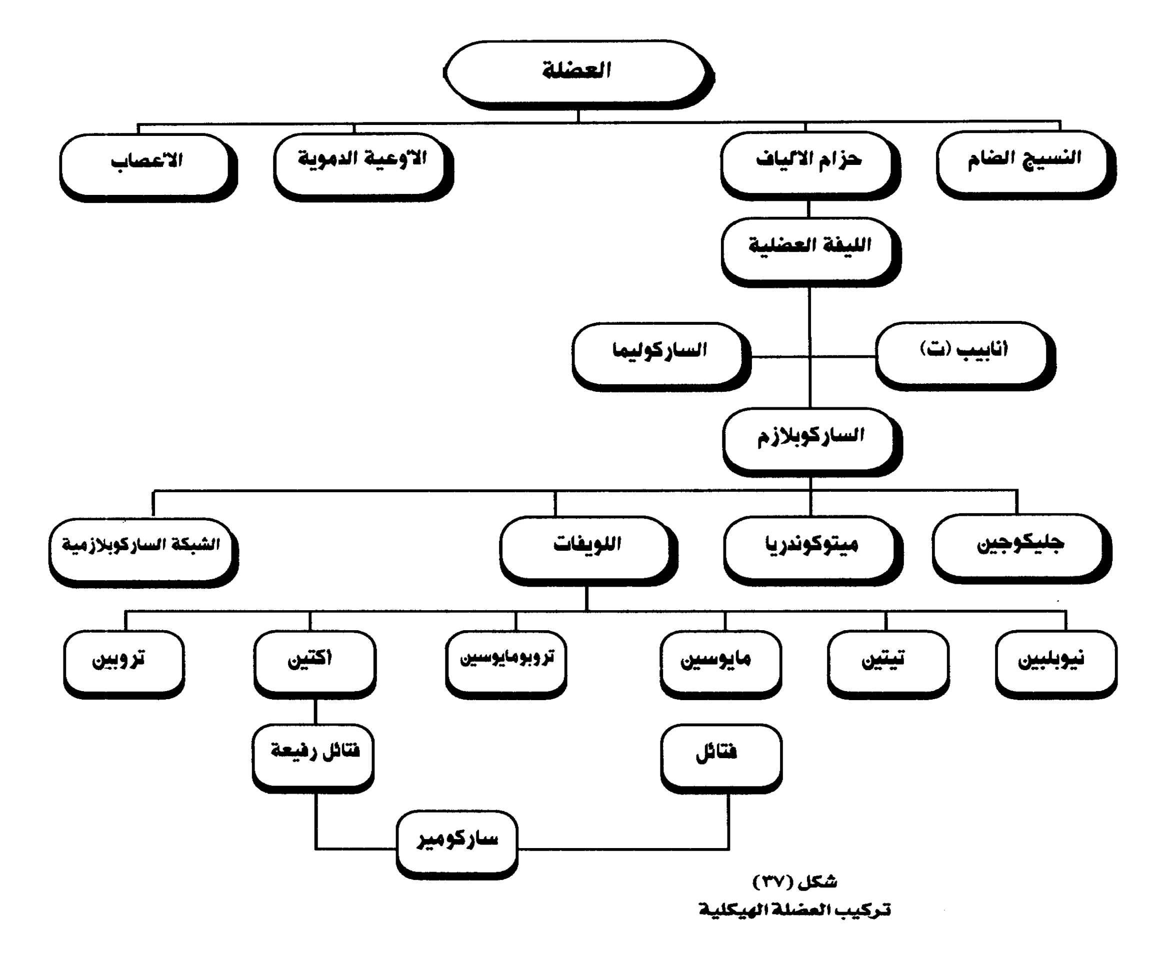
تشكل العضلات الهيكلية الكتلة العضلية بالجسم حوالى ٤٠٪ من وزن الجسم الكلى، وهى المسئولة عن اتخاذ الجسم للأوضاع والحركات المختلفة، وترتبط بالهيكل العظمى بواسطة الأوتار tendons، حيث يشكل الاندغام Origin نهاية العضلة التى تندغم فى العظم، بينما يشكل المنشأ بداية العضلة وهو الأكثر حركية من الاندغام، وترتبط العظام بالعضلات بوساطة المفصل Joint وعندما تنقبض العضلة تحدث الحركة، وعندما يؤدى الانقباض إلى تقارب مراكز العظام إلى بعضها تسمى العضلات فى هذه الحالة «قابضة» Flexor، أما إذا ما تحركت العظام بعيدة عن بعضها عند الانقباض تسمى العضلات «باسطة» extensor وتحتوى معظم مفاصل الجسم على كلا النوعين من العضلات القابضة والباسطة، وتشد العضلة العظام فى اتجاه واحد ولكنها لا تستطيع أن تدفعها إلى الخلف، وتسمى أزواج العضلات القابضة والباسطة مجموعات العضلات المضادة Antagonistic muscle groups نظرا لكونها تعمل عكس بعضها مثل العضلة ذات

الرأسين العضلية التى تعمل كعضلة قابضة والعضلة ذات الثلاث رؤوس العضدية التى تعمل كعضلة باسطة، وعند انقباض العضلة ذات الرأسين فإنها تعمل كعضلة قابضة تقرب اليد والساعد إلى الجسم، وهذا الانقباض يؤدى إلى قبض الذراع، وفى هذه الحالة يجب على ذات الثلاث الرؤوس العضدية أن تعمل كعضلة باسطة وتسترخى وتطول.

الخصائص البيوكيميائية للعضلة الهيكلية

Biochemical Characteristics

هناك خاصيتان أساسيتان للعضلة الهيكلية هما: «سعة الأكسدة» Oxidative capacity ونشاط إنزيم ATPase، وتتحدد سعة الأكسدة بعدة خصائص هى عدد الميتوكوندريا وعدد الشعيرات المحيطة بالليفة العضلية وتركيز الميوجلوبين Myoglobin، فزيادة عدد الميتكوندريا



شكل (٣٧)
تركيب العضلة الهيكلية

والشعيرات الدموية المحيطة بالليفة العضلية يساعد على استقبال الليفة للأكسچين الكافى لها خلال فترة النشاط العضلى، كما أن الميوجلوبين يشبه الهيموجلوبين فى الدم فى مقدرته على الاتحاد مع الأكسجين، كما يعمل فى نفس الوقت كحامل مكوكى يحمل الأكسچين من غشاء الخلية ليقوم بتوصيله إلى الميتوكوندريا؛ لذلك فإن زيادة الهيموجلوبين بالليفة العضلية تساعد على نقل الأكسچين وتوجيهه من الشعيرات الدموية إلى الميتوكوندريا حيث تقوم باستخدامه فى عمليات الطاقة الهوائية.

وبناء على ذلك فإن الليفة العضلية الأكثر عددا فى الميتوكوندريا والشعيرات الدموية وتركيز الهيموجلوبين تعتبر هى الأعلى كفاءة وسعة للعمل الهوائى ومقاومة التعب.

والخاصية الثانية هى مقدار فى الليفة العضلية من نشاط لإنزيم ATPase، فكلما زاد نشاط هذا الإنزيم زادت سرعة الانقباض العضلى، والعكس كلما قل نشاط الإنزيم قلت سرعة الانقباض العضلى.

الخصائص الانقباضية للعضلة الهيكلية

Contractile Characteristics

عند مقارنة أنواع الألياف العضلية يلاحظ أن هناك ثلاثة خصائص هامة هى:

١- أقصى إنتاجية للقوة.

٢- سرعة الانقباض العضلى.

٣- فاعلية الليفة العضلية.

ويعبر عن أقصى إنتاجية لقوة العضلة بمقدار قوة السنتيمتر مربع من المقطع الفسيولوجى للعضلة وتحسب بقسمة قوة العضلة على مساحة المقطع العرضى لها Cross -Sectional Area.

أما سرعة الانقباض فيتم قياسها بواسطة أقصى سرعة لانقباض العضلة وترتبط سرعة الانقباض بسرعة حركة الجسور المتقاطعة فى جذبها لفتائل الأكتين، وتسمى دورة الجسور المتقاطعة Cross-bridge cycling وهى المفتاح المنظم لنشاط أنزيم ATPase؛ لذلك فإن الليفة ذات المستوى العالى من نشاط إنزيم ATPase؛ (الألياف السريعة) تؤدى إلى سرعة انقباض العضلة، والألياف ذات المستوى المنخفض من هذا الإنزيم تؤدى إلى بطء سرعة الانقباض العضلى.

ويعبر عن فاعلية الليفة العضلية بقياس مدى اقتصاديتها، حيث إن الليفة الأكثر اقتصادية هى الليفة الأقل طاقة وتحسب بقسمة مقدار الطاقة المستخدمة (ATP) على مقدار القوة الناتجة عنها.

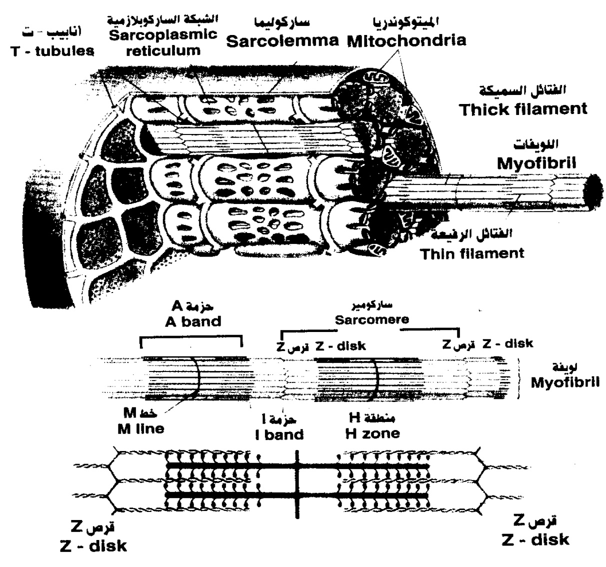
تركيب العضلة الهيكلية

Structure of skeletal muscle

الأنسجة الضامة Connective Tissues

تقوم الأنسجة الضامة بتغليف الألياف العضلية للعضلة، ويسمى الجزء الذى يغطى كل ليفة عضلية بالأندومايوسيوم Endomysium ويليه مباشرة غشاء الليفة العضلية الذى يسمى ساركوليما sarcolema وهو ليس من الأنسجة الضامة، وتغلف كل مجموعة من الألياف العضلية بغلاف من الأنسجة الضامة يسمى

برى مايوسيوم Perimysium وبذلك تشكل كل مجموعة من الألياف العضلية حزمة عضلية كما يربط بين الحزم العضلية وبعضها نسيج ضام آخر يسمى أبمايسيوم Epimysium.



شكل (٣٨)
مكونات العضلة الهيكلية

الحزم العضلية Muscle Bundles

فى داخل العضلة تتجمع كل مجموعة من الألياف العضلية لتشكل حزمة عضلية يغلفها نسيج ضام Perimysium وتسمى أيضا Fasciculi.

الأوعية الدموية Blood Vessels

تنتشر الأوعية الدموية بالعضلة، حيث تتخذ الشريانات والوريدات مسارها موازية لليفة العضلية، وتتفرع الشريانات إلى شعيرات دموية لتشكل شبكة حول الغلاف النسيجى الضام Endomysim، وبهذا الشكل فإن كل ليفة عضلية تحصل على الأكسچين الوارد من خلال الشعيرات الدموية التى تنقل المخلفات مثل ثانى أكسيد الكربون إلى الوريدات، وتوجد هذه الشعيرات الدموية فى الفرد غير الرياضى ذكرا أو أنثى بمتوسط ٣-٤ شعيرة حول كل ليفة عضلية، بينما يزيد هذا العدد لدى الرياضى والرياضية ليبلغ ٥-٧ لكل ليفة عضلية، وتختلف كمية الدم التى تحتاجها العضلة تبعا لدرجة العمل العضلى، ويمكن أن تتضاعف هذه الكمية إلى ١٠٠ مرة مقارنة بوقت الراحة، وهناك طرق أخرى لتوفير هذه الكمية الكبيرة من الدم مثل عملية الانقباض العضلى والارتخاء فى حد ذاتها والتى تشكل مضخة.

هذا بالإضافة إلى زيادة توجه الدم من المناطق غير النشطة أثناء العمل العضلى (مثل الكلى والكبد والجلد والأمعاء.. إلخ).

وتزيد كثافة الشعيرات الدموية تحت تأثير التدريب مما يوفر للعضلة فرصة أفضل فى توصيل الأكسچين وإزالة الحرارة ومخلفات الطاقة، وقد أثبتت إحدى الدراسات إمكانية زيادة كثافة الشعيرات فى العضلة المدربة بنسبة ٤٠٪، وهذا بصفة خاصة يحدث تحت تأثير تدريبات التحمل.

الأعصاب Nerves

يشمل الإمداد العصبى للعضلة كل من الألياف العصبية الحركية Motor (efferent) والحسية Sensory (Afferent) وعادة ما تدخل

هذه الألياف العصبية العضلة متوازية مع طول الأوعية الدموية، وتنشأ الألياف العصبية الحركية فى الجهاز العصبى المركزى (النخاع الشوكى والمخ) وهى تنبه العضلة للانقباض، وتسمى المنطقة التى يتصل خلالها العصب الحركى بالعضلة «منطقة الاتصال العصبى» Neuro-muscular Junction أو تسمى أيضاً منطقة اللوح الطرفانى Motor end plate.

وتشكل نسبة الألياف العصبية الحركية الواردة إلى العضلة نسبة حوالى ٦٠٪ فيما تشكل الألياف العصبية الحسية النسبة الباقية ٤٠٪.

الألياف العضلية Muscle Fibers

تتكون العضلة من أعداد مختلفة من الألياف العضلية تبعا لحجمها تتراوح من مئات إلى آلاف الألياف العضلية، وتتجمع الألياف العصبية فى شكل حزم Bundles، ويوجد بين هذه الحزم العضلية أنسجة ضامة Collagen وألياف مطاطة elastic Fibers، وأعصاب وأوعية دموية.

تأخذ الليفة العضلية شكلا طوليا أسطوانيا، وهى تعتبر أكبر خلية بالجسم محيطها من ١٠-٨٠ ميكروميتر، وطولها قد يصل إلى ٣٥ سم، وهى عديدة النوويات ويطلق على غشاء الليفة العضلية ساركوليما Sarcolemma وتحتوى على سيتوبلازما يسمى ساركوبلازم.

الساركوبلازم Sarcoplasm

وتحتوى على الهيموجلوبين والدهون والجليكوجين والفوسفوكرياتين وATP ومئات من اللويفات تسمى الساركومير Sarcomere وهى الأساس المسئول عن عملية الانقباض.

الميتوكوندريا Mitochondria

الميتوكوندريا هى بيوت الطاقة Powerhouse بالليفة العضلية، وتسمى المفرد منها ميتوكوندريون Mitochondrion وهى أجسام صغيرة ذات غشاء مزدوج، حيث يعطى الغشاء الخارجى الشكل العام للميتوكوندريون، بينما يأخذ الغشاء الداخلى شكل أنابيب تسمى كريستا Crista ويوجد فى وسط الغشاء الداخلى Matrix وهى تحتوى على الإنزيمات والريبوفرومات والحبيبات وخيوط DNA، ويوجد ما بين الغشاء الخارجى والداخلى منطقة فراغ تسمى فراغا داخل الغشاء Intermembrane space وتلعب هذه المنطقة دورا هاما فى إنتاج ATP داخل الميتوكوندريا، حيث إن معظم ATP يتم توليده داخل الميتوكوندريا؛ ولهذا أطلق عليها اسم بيت الطاقة، ويعتمد عدد الميتوكوندريا بالخلية على طبيعة الليفة العضلية، حيث يزيد عددها بالليفة العضلية الأكثر استعداد للتحمل مثل الألياف البطيئة ويقل عددها فى الألياف السريعة.

الشبكة الساركوبلازمية Sarcoplasmic Reticulum

وهى شبكة تحيط بكل محتويات الليفة العضلية وهى تقوم بتركيز وحجز أيونات الكالسيوم.

وتوجد بالشبكة الساركوبلازمية شبكة أنابيب الانتقال Transverse Tubules كما تعرف

أيضاً باسم «أنابيب ت» T-Tubules حيث تتصل أغشية هذه الأنابيب بسطح الليفة العضلية بشكل أنبوبي مع السائل خارج الخلية Extra Cellular وهى تقوم بنقل تغيرات فرق الجهد الكهربائى وتسمى action potential التى تتولد على سطح الليفة العضلية عند الاتصال العصبى العضلى لتجعلها تتحرك بسرعة إلى داخل العضلة.

اللويفة العضلية The Myofibril

تحتوى كل ليفة عضلية على عدة مئات إلى عدة آلاف من اللويفات العضلية، وهى الجزء المسئول عن عملية الانقباض داخل الليفة العضلية، وهى تتكون من وحدات انقباضية أصغر تسمى الساركومير Sarcomere.

وتظهر فى العضلة تحت الميكروسكوب الضوئى مناطق معتمة ومناطق مضيئة، وهذا سبب تسمية العضلة الهيكلية بالعضلية المخططة، وترى نفس هذه الظاهرة فى اللويفة العضلية.

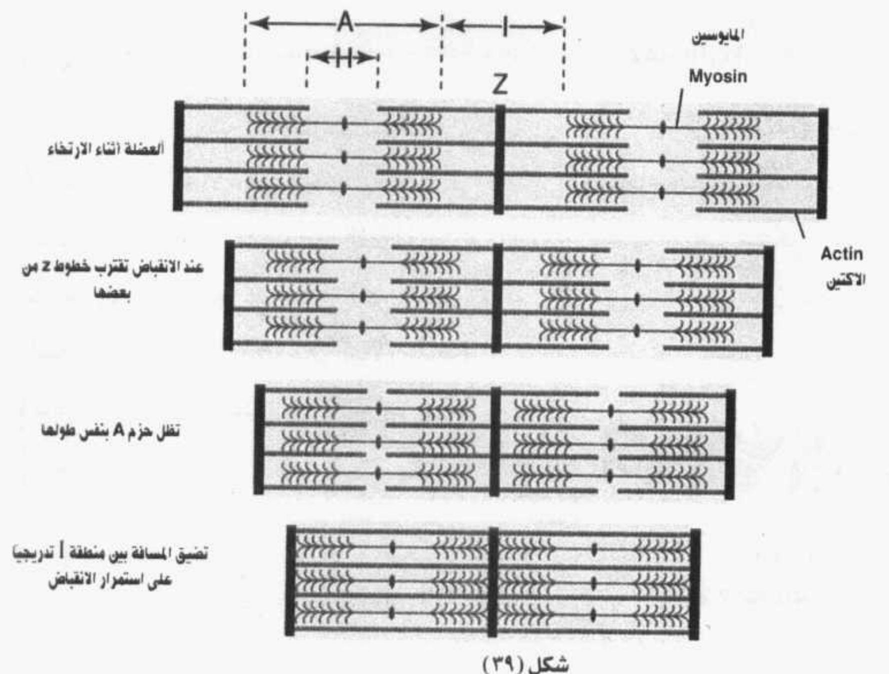
وتسمى المنطقة المعتمة شرائح (A Bands) A والتى تتوالى مع المناطق المضيئة التى تسمى شرائح I (I Bands) وكذلك منطقة H (H zone) وهى توجد كمنطقة أكثر ضوء أوسط الشريحة المعتمة A ولا ترى إلا فى حالة استرخاء العضلة.

كما يوجد على حدود الساركومير من كل طرف قرص Z (Z Disk) وهى أقراص أكثر كثافة تتقاطع مع الشريحة المضيئة (I).

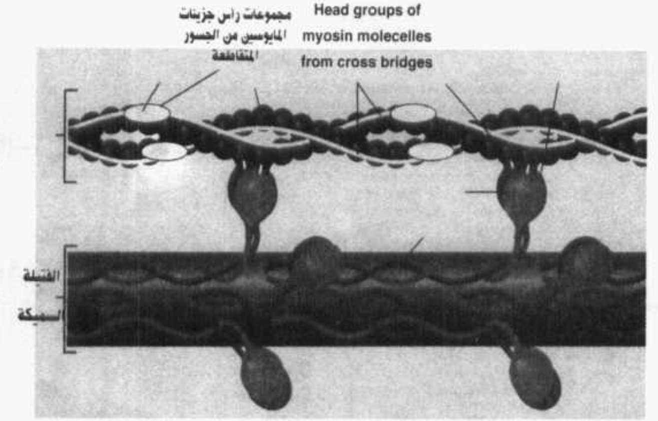
وبناء على ما سبق، فإن كل ساركومير يعتبر فى حد ذاته وحدة وظيفية وكل لويفة عضلية تتكون من أعداد من الساركوميرات ترتبط فى نهاية كل منها بالأخرى بواسطة أقراص Z، وبين كل قرصين Z المحددين لمحتوى الساركومير توجد أجزاء الساركومير كما يلى:

- شريحة I (المنطقة المضيئة).
- شريحة A (المنطقة المظلمة).
- منطقة H وسط شريحة A ترى فى الارتخاء فقط.
- شريحة I الثانية.

ويرى تحت الميكروسكوب الإلكترونى نوعية من الفتائل البروتينية الصغيرة Filaments وهى المسئولة عن حركة العضلة، ويسمى الفتيل الرفيع الأكتين Actin، ويسمى الفتيل السميك المايوسين Myosin، وتحتوى اللويفة العضلية على حوالى ٣,٠٠٠ أكتين و ١٥٠٠ مايوسين مرتبين بجانب بعضهما على التوالى داخل كل لويفة عضلية، ونظرا لأن فتائل الأكتين هى الأقل سمكا؛ لذلك فهى تحتل المنطقة المضيئة I من الساركومير، بينما تحتوى المنطقة المعتمة A على فتائل كل من المايوسين والأكتين ولا تظهر المنطقة H الموجودة فى وسط المنطقة المعتمة A إلا فى حالة الارتخاء، نظرا لأنها فى هذه الحالة تكون محتوية على الفتائل السميكة وحدها بدون الأكتين، حيث إن ارتخاء العضلة يتم بتباعد الأكتين للخارج عن هذه المنطقة فتبدو أكثر إضاءة، بينما أثناء الانقباض يعود الأكتين إلى الداخل فلا تظهر هذه المنطقة وتبدو معتمة مثل باقى المنطقة المعتمة A.



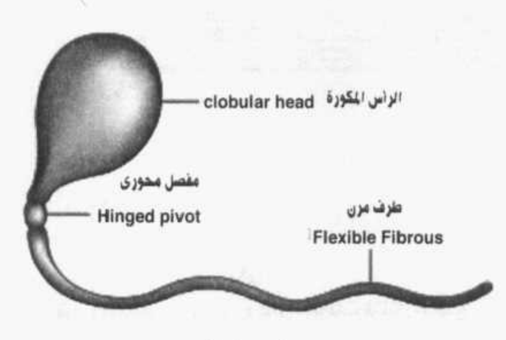
شكل (٣٩)
توزيع فتائل الأكتين والمايوسين أثناء الارتخاء والانقباض العضلي



شكل (٤٠)
فتيلة المايوسين (الفتيلة السميكة)

فتائل المايوسين Myosin Filaments

تشكل فتائل المايوسين حوالى ثلثى فتائل العضلة الهيكلية، ويتكون من كل فتيل مايوسين من حوالى ٢٠٠ جزىء مايوسين ويتكون كل جزىء مايوسين من جزءين من الحبال المجدولة معاً وتنتهى إحدى نهايتى كل حبل بطية كروية تسمى رأس المايوسين Myosin Head وكل فتيل يحتوى على عدة رءوس بهذا الشكل والتى تشكل ما يسمى بالجسور المتقاطعة Gross-Bridges وهى الأجزاء المسئولة عن التشابك مع مواقع نشطة خاصة على فتائل الأكتين تقوم بالربط بين كلا نوعى الفتائل لإحداث الانقباض.

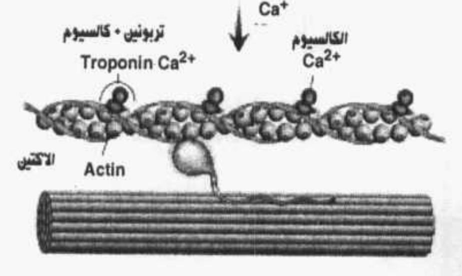


شكل (٤١)
تركيب رأس المايوسين الذى يكون الكوبرى المتقاطع

فتائل الأكتين Actin Filaments

كل فتـيل أكتين له نهايـة تندغم فى قرص Z، بينما الـنهاية الأخرى العكسـية تمتـد فى اتجاه وسط السـاركورمـير لتـقع فى الفـراغ بين فتـائل المايوسين، ويحـتوى كل فتـيل أكتين علـى موقع نشط يســمح برأس المايوسين بـالارتبـاط، ويتكون كل فـتيل أكـتين من ثلاثة جزيئـات بروتينية مختلفة هى:

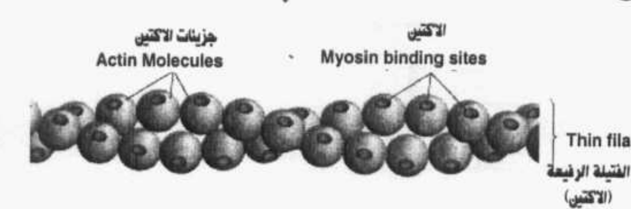
- الأكتين Actin.
- التروبومايوسين Tropomyosin.
- التربونين Troponin.



شكل (٤٢)
تحرر الكالسيوم وتأثيره على مكونات فتائل الأكتين

الأكتين Actin

يشكل الأكـتين الجـزء الأسـاسى للفتـيل ويشكل جــزىء الأكـتـين شكلا كـرويـا وترتبط بعضها ببعض لتشكل خيوطا من جزيئات الأكتين التى يلتف كل اثنين منها على بعضها.



شكل (٤٣)
فتيلة الأكتين (الفتيلة الرفيعة)

التروبومايوسين Tropomyosin

هى عبارة عن بروتينات تتـخذ شكلا أنبوبيا وتلتف حول خيوط الأكتين.

التروبونين Troponin

هو بروتين أكـثر تعقـيدا حـيث يرتبط على مـسـافات منظـمة على كـل من خيـوط الأكـتين والتـربومــايوسين، ويعـمل كل من التـروبونين والتروبومايوسين لتنظيم دور أيونات الكالسيوم فى الانقباض والارتخاء العضلى.

التيتين ونيبولين Titin and Nebulin

هو عبـارة عن بروتينات عملاقـة تمتد على طول الساركـوميـر قرص z إلى خط m وهو خط يتوسط الـساركومـير وترتبط به الفـتائل الـسميكة (المايوسين) ويحتوى التـيتين على مكونات مطاطة تساعـد فى عودة الساركـومير إلى طوله الطبـيعى بعـد مطـه وهى تثبت امـتـداد الفــتـائل داخل الساركومير بمساعدة البروتين غير المطاط النيبولين.

الانقباض العضلى

Muscular contraction

تعتبر عملية الانقباض العضلى من العمليات المعقدة نظرا لاحتوائها من سلسلة من العمليات الفسيولوچية تبدأ بوصول الإشارة العصبية التى تؤدى إلى إطلاق الطاقة اللازمة لحدوث الانقباض العضلى ثم حدوث الانقباض العضلى واستمرار عمليات الاتصال بين الجهاز العصبى والعضلة من خلال الأعصاب الحسية، وسوف نتناول كيفية حدوث هذه العمليات فيما يلى:

الاتصال العصبى العضلى

Neuro muscular Junction

تتصل كل ليفة عضلية بليفة عصبية واردة إليها من خلية عصبية، وهذه الخلايا العصبية تسمى الخلايا العصبية الحركية Motor Neurons والتى تمتد من النخاع الشوكى حتى الليفة العضلية، وتقوم كل خلية عصبية حركية بتغذية عدد معين من الألياف العضلية ويطلق عليها معا «الوحدة الحركية» Motor Unit، ويبدأ الأمر بالانقباض العضلى من الخلايا العصبية الحركية لتبدأ بعدها العمليات الانقباضية، ويطلق على الموقع الذى تلتقى فيه الليفة العصبية بالليفة العضلية الاتصال العصبى العضلى حيث يشكل الساركوليما فى هذه المنطقة جيب يسمى اللوح الطرفانى Motor end plate ولا يتصل نهاية العصب بسطح الليفة العضلية مباشرة ولكن توجد مسافة فراغ بين كل منهما تسمى «الشق العصبى العضلى» Neuromuscular cleft وعندما تصل الإشارة العصبية إلى نهاية العصب الحركى تفرز نهاية العصب الناقل العصبى المسمى أستيل كولين Neurotransmitter Acetylcholine الذى ينتشر من خلال الشق العصبى العضلى ليرتبط مع مستقبلات خاصة به توجد فوق منطقة اللوح الطرفانى، وهذا يؤدى إلى زيادة نفاذية الساركومير لأيونات الصوديوم، وتكون نتيجة ذلك فقد استقطاب Deplarization يسمى فقط استقطاب اللوح الطرفانى (EPP) End-Plate Po-tintial وهذا بدوره يؤدى إلى بداية عمليات الانقباض، حيث تتولد شحنة كهربائية تنتشر من هذه المنطقة على طول الليفة العضلية، ويطلق على هذه العملية «الإشعال» Firing أو «التوليد» Generating حيث يفقد الاستقطاب الذى يجب إشعاله أو توليده قبل أن يعمل.

نظرية انزلاق الفتيل

The Sliding Filament Theory

حتى عام ١٩٥٠ كان الاعتقاد أن الانقباض العضلى يحدث نتيجة طول الليفة العضلية ككل ولكن فى سنة ١٩٥٤ أوضحت نتائج دراسة هوكسلى وهانسون Huxley and Hanson التى أجريت على العضلة الهيكلية باستخدام الميكروسكوب الإلكترونى أن الليفة العضلية ككل تقصر ولكن بدون تغير طول مكوناتها.

عندما ترتبط الجسور المتقاطعة للمايوسين بفتيلة الأكتين تنزلق كلتا الفتيلتين ليقتربان من بعضهما البعض، وتقوم رءوس المايوسين والجسور

المتقاطعة بالارتباط على المواقع النشطة على فتائل الأكتين ويشكل رأس وذراع الجسر المتقاطع قوة جذب جزئية داخلية وتتجه الرأس بقوة الجذب هذه فى اتجاه الذراع وبذلك تجذب كل من الأكتين والمايوسين فى اتجاهات عكسية.

وبمجرد ما تقوم رأس المايوسين بعملية الجذب؛ فإنها تترك الموقع النشط فوق الأكتين وتدار للخلف لوصفها الأصلى لترتبط بموقع نشط آخر فوق الأكتين، واستمرار هذه العملية يؤدى إلى انزلاق الفتائل إلى بعضها، وهذه العملية هى ما يطلق عليها نظرية الانزلاق.

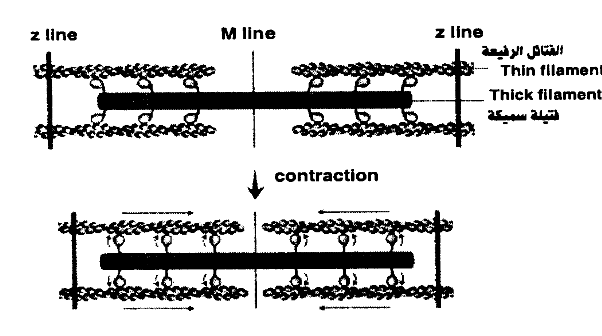
وتستمر هذه العملية وتتكرر حتى تصل المايوسين إلى أقراص Z، وخلال عملية الانزلاق هذه (الانقباض) تصبح فتائل الأكتين أكثر اقترابا من بعضهما للتجمع فى منطقة H وتصبح منطقة H لا ترى عندما يحدث ذلك.

وتشير الدراسات الحديثة أن الجسور المتقاطعة ترتبط بشكل دائم بالأكتين ولكن تختلف قوة هذا الارتباط من الارتباط الضعيف إلى الارتباط القوى، وهكذا تكون هناك حالتان من الارتباط ولا يتم الانقباض إلا فى حالة الارتباط القصوى، ويمكن أن تقتصر العضلة لأكثر من ٦٠٪ من وقت الارتخاء.

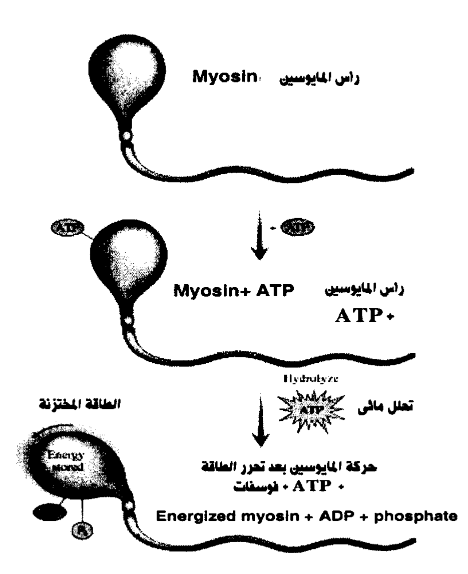
طاقة الانقباض Energy for contraction

حتى يتم الانقباض فلابد من تولد الطاقة التى تأتى من انشطار ATP بواسطة إنزيم ATPase، ويوجد هذا الإنزيم فى رأس الجسر المتقاطع.

كما تحتوى أيضا على موقع ارتباط للأدينوثين ثلاثى الفوسفات حيث يتم الارتباط ما بين المايوسين و ATP.



شكل (٤٤)
انزلاق فتائل الأكتين بفعل تكون الجسور المتقاطعة للمايوسن



شكل (٤٥)
تحرر ال ATP لتوليد طاقة تحريك رأس المايوسين

تنظيم الاستثارة والانقباض

Regulation of Excitation Contraction

تعتمد عملية الانقباض العضلى على تنبيه أو استثارة العضلة بواسطة إشارة عصبية، ويجب أن تسبق الاستجابة الميكانيكية للعضلة تنبيه العضلة كهربائيا بواسطة الجهاز العصبى وتتخذ هذه العملية خطوات متسلسلة كما يلى:

الاستثارة Excitation

١- يؤدى توليد فرق الجهد الكهربائى Action Potential فى الخلية العصبية إلى إفراز الأستيل كولين من نهاية العصب الحركى ليصب فى الشق العصبى العضلى.

٢- يرتبط الأستل كولين مع مستقبلات حسية خاصة به توجد فوق منطقة الاتصال العصبى العضلى فوق الليفة العضلية التى تسمى منطقة اللوح الطرفانى لتؤدى إلى توليد فرق جهد كهربائى موضعى والذى ينتشر على طول الليفة العضلية وداخلها مما يؤدى إلى خروج أيونات الكالسيوم من الشبكة السركوبلازمية.

الانقباض contraction

١- تكون الجسور المتقاطعة بالمايوسين فى حالة مرتبطة مع الأكتين فى حالة «ارتباط ضعيف» (عدم توليد قوة).

٢- عندما تحدث حالة فرق الجهد الكهربائى Action Potential أو الاستثارة العصبية وتصل إلى الشبكة السركوبلازمية تخرج أيونات الكالسيوم إلى الساركوبلازم وترتبط أيونات الكالسيوم بالتروبونين الذى بدوره يؤدى إلى حدوث تغير فى وضع التروبومايوسين لكى لا يغطى المواقع النشطة Active sites التى توجد فوق سطح فتائل الأكتين، وهنا تتاح الفرصة للجسور المتقاطعة لكى تغير حالة ارتباطها بالأكتين من حالة الارتباط الضعيف إلى حالة الارتباط القوى فوق الموقع النشط على الأكتين.

٣- يخرج الفوسفات غير العضوى من الجسور المتقاطعة للمايوسين وتقوم الجسور المتقاطعة بشد الأكتين.

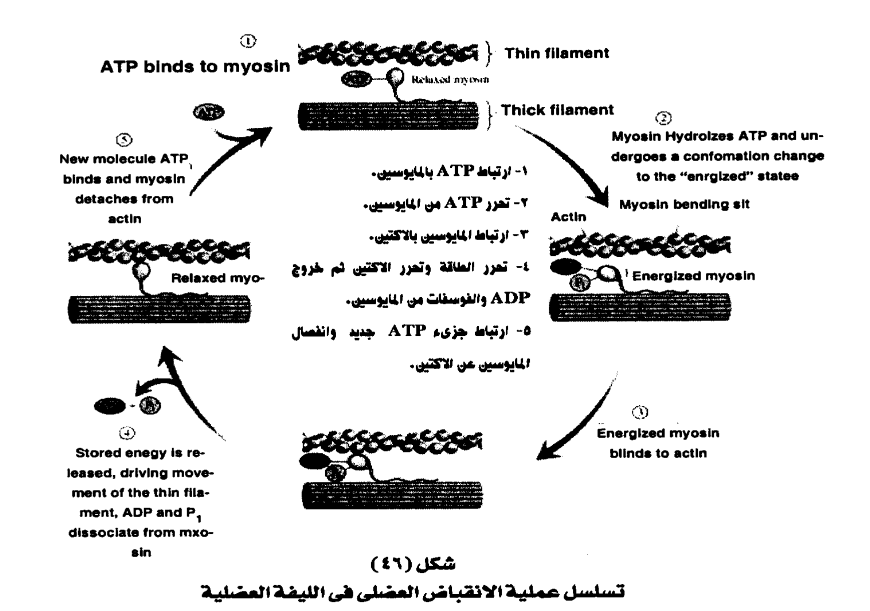
٤- تكتمل حركة الجسور المتقاطعة بخروج ADP من الجسور المتقاطعة للمايوسين وحتى هذه المرحلة، فإن الجسور المتقاطعة تكون ما زالت فى حالة الارتباط القوى بالأكتين.

٥- ويؤدى ارتباط ATP بجسور المايوسين المتقاطعة لتغير من حالة الارتباط القوى إلى الارتباط الضعيف، وفى هذه الحالة ينشطر ATP إلى ADP+P بالإضافة إلى الطاقة التى تستخدمها الجسور المتقاطعة.

ويمكن لهذه الدورة للانقباض Contraction Cycle الاستمرار فى التكرار طالما توجد أيونات الكالسيوم و ATP، وتتوقف هذه

الدورة بمجرد توقف الاستثارة وقيام الشبكة الساركوبلازمية بإزالة أيونات الكالسيوم من الساركوبلازم، وتتم هذه العملية بواسطة تنشيط نظام ضخ الكالسيوم Calcium - Pumping System وعند ذلك يتوقف نشاط التروبونين والتروبومايوسين، وهذا يوقف الارتباط بين الجسور المتقاطعة للمايوسين وفتائل الأكتين ويتوقف استخدام ATP وكنتيجة لذلك تعود فتائل الأكتين والمايوسين إلى حالة الارتخاء الأصلية.

الألياف البطيئة إلى قمة الانقباض عند استثارتها خلال ١١٠ مللى ثانية، بينما تصل الألياف السريعة إلى قمة الانقباض خلال ٥٠ مللى ثانية، وقد تنقسم الألياف العضلية إلى عدة أنواع مختلفة تبعا لسرعة وقوة الانقباض العضلى غير أن النوعية الأساسية هما الألياف العضلية السريعة والألياف العضلية البطيئة، ويمكن أن ينقسم كل نوع إلى بعض الأنواع الأخرى الفرعية.



شكل (٤٦)
تسلسل عملية الانقباض العضلى فى الليفة العضلية

أنواع الألياف العضلية Muscle Fiber Types

تتكون العضلة من مجموعة ألياف عضلية، غير أن هذه الألياف جميعها لا تتشابه فى خصائصها الكيميائية أو الانقباضية، وتصل

الألياف البطيئة Slow Fibers

تسمى ألياف النوع الأول Type I Fibers كما تسمى أيضا الألياف بطيئة الأكسدة Slow-Oxidative أو الألياف البطيئة Slow Twitch Fi-

bers وتحتوى على عدد كبير من الإنزيمات وكذلك حجم كبير من الميتوكوندريا، وتحاط بعدد أكبر من الشعيرات الدموية وتركيز عال للهيموجلوين ونشاط عال لإنزيمات الميتوكوندريا؛ لذلك فهى ألياف ذات سعة كبيرة للتمثيل الغذائى الهوائى ومقاومة عالية للتعب.

وبالنسبة للخصائص الانقباضية فهى أبطأ فى سرعة الانقباض مقارنة بالألياف السريعة، كما أنها أقل قوة فى الانقباض العضلى غير أنها أكثر فاعلية مقارنة بالألياف السريعة.

الألياف العضلية السريعة Fast - Twitch Fibers

* تتميز الألياف العضلية السريعة ببعض الخصائص التى تساعد على سرعة الانقباض وتشمل:
* سرعة عالية لانقباض فروق الجهد الكهربائية الكيميائية.
* مستوى عال لنشاط إنزيم ATPase.
* سرعة إظهار وسحب أيونات الكالسيوم من الشبكة الساركوبلازمية.
* سرعة عالية فى عمل الجسور المتقاطعة لجذب فتائل الأكتين.

وكل هذه الخصائص تساعد الألياف السريعة على سرعة تحويل الطاقة، وبالتالى سرعة الانقباض العضلى بحيث تتضاعف هذه السرعة ٢-٣ أضعاف أسرع من الألياف البطيئة.

الألياف العضلية للنوع الثانى (أ) Type II a fiber

ويطلق عليها أيضا الألياف الوسطية Intermediate Fibers أو الألياف سريعة الأكسدة للجليكوجين بدون الأكسچين Fast - Oxidative Glycolytic Fibers.

وهذا النوع من الألياف يعتبر ذا خصائص وسطية ما بين الألياف البطيئة من النوع الأول والألياف البطيئة من النوع الثانى، وهذا النوع من الألياف يمكن أن يظهر على أنه خليط ما بين الألياف البطيئة من النوع الأول والألياف السريعة من النوع الثانى (ب) السريع وهو ألياف قابلة للتكيف تبعا لتأثير نوعية التدريب، فحينما يكون اتجاه التدريب لتنمية التحمل فإن سعتها الأكسجينية تزيد لتتساوى مع النوع البطيء الأول.

الألياف العضلية للنوع الثانى (ب) Type II Fiber b

يطلق عليها أحيانا ألياف الخلجة السريعة Fast - Twitch Fibers أو الألياف الجليكوجينية السريعة Fast - Glycolytic Fibers وهى تحتوى على عدد قليل من الميتوكوندريا وبذلك تقل سرعتها للتمثيل الغذائى الهوائى، وبالتالى تقل مقاومتها للتعب غير أنها غنية بإنزيمات الجليكوجية Glycolytic Enzymers وهذا يساعدها على السعة اللاهوائية.

ويشبه الانقباض العضلى للنوع الثانى (b) نفس انقباض النوع الثانى (a) ولكنه أكبر منه، كما أن نشاط إنزيم ATPase فى النوع الثانى (b) أعلى منه فى باقى أنواع الألياف العضلية وينتج عن ذلك ارتفاع سرعة الانقباض.

جدول (٢٠)

الخصائص البنائية والوظيفية للألياف العضلية عن Fox et al. ١٩٨٨

الخصائص	الألياف البطيئة النوع الأول	الألياف السريعة النوع الأول (أ)	الألياف السريعة النوع الثانى (ب)
الخصائص العصبية			
حجم الخلية العصبية الحركية	صغير	كبير	كبير
عتبة تعبئة الخلية العصبية الحركية	منخفض	عال	عال
سرعة توصيل الخلية العصبية الحركية	بطىء	سريع	سريع
الخصائص البنائية			
قطر الليفة العضلية	صغير	كبير	كبير
نمو الشبكة الساركوبلازمية	أقل	أكثر	أكثر
كثافة الميتوكوندريا	عال	عال	منخفض
كثافة الشعيرات الدموية	عال	عال	منخفض
محتوى الميوجلوبين	عال	متوسط	منخفض
عدد الألياف العضلية لكل وحدة حركية	١٠ ـ ١٨٠	٣٠٠ - ٨٠٠	٣٠٠ - ٨٠٠
مصادر الطاقة	منخفض	عال	عال
مخزون الفوسفوكرياتين	منخفض	عال	عال
مخزون الجليكوجين	عال	متوسط	منخفض
مخزون ثلاثى الجلسرين			
الإنزيمات			
نشاط إنزيم ATPase	منخفض	عال	عال
نشاط إنزيمات الجليكوجين	منخفض	عال	عال
نشاط أنزيمات الأكسدة	عال	عال	منخفض
الوظائف			
زمن الانقباض	بطىء	سريع	سريع
إنتاج القوة	منخفض	عال	عال
فاعلية الطاقة (الاقتصادية)	عال	منخفض	منخفض
مقاومة التعب	عال	منخفض	منخفض
المطاطية	منخفض	عال	عال
زمن الوصول لقمة الانقباض العضلى (مللى ثانية)	١١٠	٥٠	٥٠

أنواع الألياف العضلية والأداء الرياضي

Fiber Types and Performance

تناولت الدراسات العلمية في السنوات الحالية دراسة الموضوعات المختلفة المرتبطة بأنواع الألياف العضلية والأداء الرياضي، مثل تأثير التدريب على التكيف وتأثير البرامج التدريبية المختلفة على الألياف ومدى تغير خصائص الألياف تحت تأثير التدريب، وقبل استعراض نتائج هذه الدراسات يجب مراعاة بعض الحقائق حول تركيب الألياف في عضلات البالغين فهي تتحدد خلال عدة عمليات مختلفة تبدأ قبل الميلاد وتستمر حتى مرحلة المراهقة، كما أن توزيع نسب الألياف السريعة والبطيئة تختلف داخل العضلة ذاتها وكذلك بين العضلات وبعضها لنفس الفرد وبين نفس الأفراد.

توزيع أنواع الألياف العضلية

Distribution of Fiber Type

تحتوى عضلات الرجلين والذراعين لنفس الفرد على نفس تركيب الألياف العضلية، وقد أثبتت الدراسات أن الأفراد الذين يتميزون بزيادة نسبة الألياف البطيئة فى عضلات الرجلين يلاحظ لديهم زيادة هذه النسبة أيضا فى عضلات الذراعين، وهناك استثناء بالنسبة لعضلة Soleus (وهى عضلة عميقة تقع تحت العضلة التوأمية Gastrocnemiuse) حيث إن ألياف هذه العضلة من النوع البطيء لدى جميع الأفراد، كما أن نسبة الألياف البطيئة تقل عن ذلك نسبيا أيضا فى عضلة الفخذ Vastus Lateralis، ومن الواضح أن كل عضلة تحتوى على خليط من أنواع الألياف العضلية.

يحتوى جسم الإنسان العادى على نسبة ٤٥-٥٥٪ من الألياف العضلية البطيئة، كما لا توجد فروق بين الذكور والإناث فى نسبة توزيع الألياف، غير أنه توجد فروق فردية كثيرة، وتغلب نسبة الألياف البطيئة لدى الرياضيين فى أنشطة التحمل وعلى العكس تغلب نسبة الألياف السريعة لدى الرياضيين فى أنشطة السرعة، وقد تصل نسبة الألياف البطيئة لدى الرياضيين ذوى المستويات العليا إلى حوالى ٩٠٪، وعلى العكس من ذلك فإن الرباعيين (رفع الأثقال) والعدائين تغلب عليهم الألياف السريعة ويقل لديهم الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين، وكذلك تحتوى عضلة السمانة Calf على زيادة نسبة الألياف العضلية البطيئة عن جميع عضلات الرجل بنسبة ٢٥-٤٠٪، بينما تزيد نسبة الألياف السريعة فى العضلة ذات الثلاث رءوس العضلية من ١٠-٣٠٪ مقارنة بباقى عضلات الذراع، ويرجع هذا التوزيع إلى اختلاف طبيعة وظيفة العضلة.

وتوجد فروق كبيرة بين الرياضيين وفقا لتخصصاتهم، فمثلاً تبلغ نسبة الألياف البطيئة لدى متسابقى الماراثون ٩٠٪، وقد وجد بعض الباحثين أن متسابقى الجرى مسافات طويلة لديهم نسبة ٧٩٪ من الألياف البطيئة بعضلة الفخذ Vastus Lateralis وهى بذلك أيضا تزيد من نسبتها لدى الأفراد غير المدربين التى تبلغ ٧٥,٧٪، وعلى العكس من ذلك فلدى متسابقى العدو تغلب نسبة الألياف العضلية السريعة على هذه العضلة، وفى الوقت الحالى توصلت الدراسات إلى إمكانية تغيير طبيعة بعض الألياف العضلية تحت تأثير نوعية التدريب، ولم تلاحظ

هذه الظاهرة بزيادة الألياف السريعة لدى لاعبى الوثب العالى والرمى، ويرجع تفسير ذلك إلى أن هؤلاء اللاعبين يحتاجون لأداء القمة العضلى مرة واحدة وبسرعة جدا، وهناك تكون الأهمية الأولى لارتفاع درجة التوافق اللازم لعملية تزايد انقباض الألياف البطيئة لتنجح القوة المطلوبة فى لحظة واحدة تقريبا.

هل يمكن تغيير نوع الألياف العضلية؟

ظل هذا السؤال محيرا للعلماء لفترة طويلة، وجاءت نتائج الدراسات متناقضة فى كثير من الحالات، غير أنه مع تطور أساليب البحث العلمى لوحظ إمكانية تغيير بعض الألياف تحت تأثير تدريبات التحمل وتدريبات القوة وهى النوع الثانى (ب) وهى الألياف السريعة الثانية تتغير إلى النوع الأول وهو الألياف البطيئة وذلك تحت تأثير تدريبات التحمل، وكمثال آخر فإن تدريبات المقاومة تؤدى إلى إنقاص النسبة المئوية للألياف من النوع الثانى (ب) وهى الألياف السريعة الثانية وتزيد الألياف؛ السريعة الأولى (أ) أى تزيد سرعتها، ومعنى ذلك أن تأثير نوعية التدريب يغير من طبيعة نسبة قليلة للألياف؛ ولذلك يجب على المدرب أن يحذر عند تدريب متسابقى العدو أن السرعة بصفة خاصة تقل نتيجة زيادة حجم تدريبات التحمل، حيث إن هذه الزيادة تفقدهم عنصر السرعة.

جدول (٢١)

النسب المئوية لتوزيع أنواع الألياف العضلية البطيئة للرجال والسيدات

عن: Katch M, ١٩٩٤

الأنشطة الرياضية	الدالية deltoid		السمانة calf gasterocnemius		الفخذ vastus lateralis	
	رجال	سيدات	رجال	سيدات	رجال	سيدات
الجرى مسافات طويلة			٪٧٩	٪٦٩		
السباحة	٪٧٦	٪٦٩				
العدو			٪٢٤	٪٢٧		
دراجات					٪٥٧	٪٥١
رفع الأثقال	٪٥٣		٪٤٤			
رفع الجلة			٪٣٨			
غير الرياضيين					٪٤٧	٪٤٦

لتحديد نسبة الألياف السريعة يطرح الرقم المذكور من ١٠٠٪.

وهذا ما يفسر انخفاض سرعة السباحين حينما يندمجون فى أداء برنامج تدريبى للتحمل أو خلال الموسم التدريبى، كذلك يفسر التأثير العكسى فى بعض الأحيان لزيادة حجم تدريبات المقاومة، وكما هو يلاحظ أن بطبيعة الحال فإن الألياف الأكثر سرعة وهى النوع الثانى (ب) لا تتغير مباشرة إلى الألياف البطيئة وهى النوع الأول ولكنها مرحلة ممهدة تتغير إلى النوع الثانى (أ) وهى النوع السريع الأقل درجة.

تأثيرات التدريبات على أنواع الألياف العضلية

نظرا لطبيعة تركيب أنواع الألياف العضلية واختلافها، فمن المتوقع أيضا أن تختلف فى وظائفها عند النشاط البدنى.

الألياف البطيئة

من الطبيعى أن تتميز الألياف البطيئة بمستوى عال من التحمل الهوائى، بمعنى زيادة مقدرتها على استهلاك أكبر قدر من الأكسچين فى الدقيقة؛ ولذلك فهى أكثر فاعلية فى إنتاج ATP كنتيجة لأكسدة الكربوهيدرات والدهون، وبذلك تضمن عملية استمرار إنتاج الطاقة للمحافظة على قدرة الرياضى على الأداء لأطول فترة ممكنة، وهذا ما يطلق عليه التحمل العضلى Muscular Endurance؛ لذلك فهذه الألياف لديها مقدرة هوائية عالية؛ لذلك فهى الألياف العاملة الأساسية فى الأنشطة الطويلة مثل المارثون والسباحة الطويلة.

الألياف السريعة

تختلف الألياف العضلية السريعة بضعف نسبى للتحمل الهوائى وهى أكثر تجهيزا للأداء الهوائى (بدون الأكسچين)، ومعنى هذا أن ATP يتكون من خلال الأساليب غير الأكسچينية، وهذه الألياف أكثر قوة ولكنها أسرع تعبا وأقل تحملا، وهى الألياف السائد استخدامها فى الأنشطة الرياضية ذات الشدة العالية والتى تحتاج إلى تحمل السرعة مثل جرى الميل أو ٤٠٠ متر، وتستخدم فى أنشطة السرعة القصوى مثل ١٠٠ متر عدو، و ٥٠ مترا سباحة.

تحديد أنواع الألياف العضلية

تتحدد نوعية الألياف السريعة والبطيئة مبكرا فى بداية الحياة خلال السنوات القليلة الأولى من عمر الإنسان، وأظهرت الدراسات أن التوائم يتسابقون فى نسبة توزيع هذه الألياف، وهذا يعنى أنها تخضع للعامل الوراثى، فالچينات هى التى تحدد أى نوعية من الخلايا العصبية الحركية هى التى تغذى الألياف العضلية.

وتتحدد طبيعة الليفة العضلية ونوعيتها تبعا لنوعية الخلية العصبية الحركية المسيطرة وعادة ما تتعرض نوعية الخلايا العضلية لبعض التغيرات خلال المرحلة من الطفولة إلى فترة المراهقة، كما أنها مع تقدم العمر تفقد الألياف السريعة خاصيتها وتتجه إلى زيادة الألياف البطيئة.

أنواع الألياف العضلية والإصابات

Fiber Type and Injuries

توجد بعض الدلائل التى تشير إلى أن الألياف العضلية البطيئة أكثر عرضة للإصابات الرياضية مقارنة بالألياف السريعة، وتشير نتائج الدراسات أن زيادة فترة الجرى تزيد من تعرض

الرياضى للإصابة، غير أن تدريبات التحمل المتدرجة المقننة تقلل من فرص التعرض لهذه الإصابات.

الانقباض العضلى Muscle Contraction

تنقبض العضلة استجابة لاستثارة واردة من الجهاز العصبى لكى تنطلق الطاقة الحيوية داخل الليفة العضلية وتؤدى إلى انزلاق فتائل الأكتين والمايوسين، وهناك كثير من الموضوعات المرتبطة بعملية الانقباض تشمل تجنيد الألياف العضلية وأنواع الانقباضات العضلية وإنتاج القوة والعوامل المؤثرة عليها، وسوف نتناول فيما يلى هذه الموضوعات:

تجنيد الليفة العضلية

Muscle Fiber Recruitment

تحتاج الليفة العضلية إلى قدر معين من الاستثارة أو التنبيه Stimulation ولا تستجيب الليفة العضلية دون هذا القدر من الاستثارة ويطلق على هذا المستوى من التنبيه «العتبة الفارقة» Threshold أى الحد الأدنى للتنبيه العصبى الذى تستجيب له الليفة العضلية بالانقباض، ولا تستجيب الليفة العضلية إذا كانت درجة التنبيه أقل من مستوى هذه العتبة الفارقة ولكن تستجيب الليفة بأقصى انقباض لها إذا ما وصلت درجة التنبيه إلى مستوى العتبة الفارقة أو أعلى منها، وهذا ما يطلق عليه قانون «الكل أو عدم الاستجابة All-or-None Response»، حيث إن جميع الألياف العضلية التابعة للوحدة الحركية الواحدة تستقبل نفس التنبيه العصبى، وبذلك تنقبض جميع الألياف العضلية التابعة لهذه الوحدة الحركية بالحد الأقصى لها بمجرد وصول درجة التنبيه إلى مستوى العتبة الفارقة، وبذلك ينطبق على الوحدة الحركية الواحدة قانون الكل أو العدم كما ينطبق على الليفة العضلية الواحدة.

وترتبط درجة القوة العضلية بعدد الألياف العضلية المنشطة، فإذا كنا نحتاج إلى انقباض عضلى ضعيف للتغلب على مقاومة بسيطة فإن الجهاز العصبى يقوم بتنبيه عدد أقل من الوحدات الحركية وبالتالى عدد أقل من الألياف العضلية، ونظرا لأن الوحدات الحركية السريعة تحتوى على عدد أكبر من الألياف العضلية مقارنة بالوحدات البطيئة فإن انقباض العضلة الهيكلية يتم بانتقاء مجموعة الوحدات الحركية السريعة والبطيئة المناسبة لمواجهة المقاومة تبعا لمقدارها صغيرة أو كبيرة، ففى أثناء الشدة المنخفضة مثل المشى، فإن معظم القوة العضلية للانقباض تولد بواسطة الألياف البطيئة، ومع زيادة ارتفاع شدة الأداء مثل الانتقال من المشى إلى الهرولة تضاف الألياف السريعة من النوع الثانى (أ)، وعندما تزداد سرعة الهرولة لتصبح عدوا سريعا تضاف الألياف السريعة من النوع الثانى (ب) وهى أسرع أنواع الألياف.

وبالرغم من وصول العضلة إلى أقصى انقباض لها، فإن الجهاز العصبى لا يجند جميع الألياف العضلية فى الانقباض بنسبة ١٠٠٪، وهذا يقى العضلة والأوتار من التمزقات.

عندما يستمر العمل العضلى لعدة ساعات فيجب أن يكون تدريب الرياضى باستخدام شدة

حـمل تدريبى أقل من الأقـصى، وبذلك يصـبح انقبـاض العضلات منخفـضا نسبـيا، وهنا يلعب الجهاز العصبى دورا هاما فى تجنيد الألياف البطيئة وبعض الألـيـاف الـسـريـعـة مـن نوع (أ) ومع اسـتمـرارية العمل العـضلى فـإن وقود العـضلة المخزون من الجليكوجين يستنفد، وهنا يجب على الجهاز العصبى التركيـز على تنبيه الألياف السريعة (أ) للحفاظ على مستوى قوة الانقباض العضلى، وعندما تتعقب كـلا النوعين من الألياف العضلية البطيئة والسريعـة (أ) يمكن للألياف السريعة (ب) أن تكمل العمل وتجند للأداء، غيـر أن سرعان ما يحل التـعب على الرياضى، وهذا يفـسر التـعب العضلى فى المسافات الطويلة وما يبذله الرياضيون من عـمليات تجنيـد مخـتلفة للأليـاف العضلـية للحفـاظ على مسـتوى سـرعة الأداء حتـى نهاية السـباق، ومـثل هذه المعلـومات لهـا أهمـيـتهـا التطبـيقـيـة عند تطبـيق مبـدأ التخـصـصـيـة فى التدريب، حيث يحتاج الرياضى أن يدرب جهازه العـصبى على مـثل هذه العمليـات من التجنـيد والتنسـيق والتغـيـيـر بين الأليـاف العضليـة تبعـا لتغيرات السرعة ومواقف اللعب المختلفة.

أنواع العمل العضلى Types of Muscle Action

يحتوى الجسم البـشرى على أكثر من ٢١٥ زوجا من العضلات المخـتلفة فى الحجم والشكل والاستخدام، وتتطلب كل حركة يقوم بها الإنسان تطبيق قوى عضلية مختلفة، تقوم بها مجموعات عضلية مختلفة، وتشمل:

- العضلات الأمامية Agonists on Prime Movers وهى العضلات الأسـاسـية المسئولة عن الحركة.

- العـضـلات المقـابلة Antagonists وهى العضلات المقابلة عكس العضلات الأساسية.

- العـضلات المسـاعدة Synergists وهى العضلات التى تساعد العضلات الأساسية.

فعندمـا يقوم الفرد بحـركة بسـيطة لقبض العضلة ذات الرأسين العضدية تعـتبر هذه العضلة «أساسية» بينمـا تكون العضلة ذات الثلاثة رؤوس العـضدية «مـضادة» وتصـبح العـضلة العضـدية «مساعدة» وتلعب العضـلات العكسية دوراً وقائياً لحماية العضلات من التمزق.

توجـد أربعـة أنواع أسـاسيـة للانقـبـاض العضلى يـستخـدم كل منها لأداء وظائف مـعينة أثناء الأداء الرياضى أو فى ظروف الحـياة العـامة وهى:

الانقباض العضلى المتحرك (الأيزوتونى)

تقصـر العضلة فى طولهـا مع زيادة توترها عند أداء هذا النـوع من الانقـبـاض العـضلى، ويستـخدم هذا الانقباض فى مـعظم أنواع العمل العضلى وخـاصة فى حالـة رفع أى أثقال ويمكن أيضا أن يطلق على هذا النوع الانقـباض الدينامى Dynamnic أو الانقـباض المركـزى Concentric باعـتبـار أن العضلة تـقصـر فى طولها فى اتجـاه مركـزها. وفى هذا النوع من الانقبـاض لا تظهر العضلة القوة القصوى لهـا على مدى مسار حركة المفـصل، ومـثـال على ذلك أن العـضلة ذات

الرأسين العضدية لا تظهر قوتها العظمى إلا فى الوضع الذى يكون عليه الساعد مع العضد فى زاوية مابين ١١٥ - ١٢٠ درجة وتكون أقل قوة حينما تصبح هذه الزاوية ٣٠ درجة، ويعنى ذلك أن العضلة حينما تواجه بحمل ثقل معين، فإن هذا الثقل يكون دائما أقل من أضعف زاوية للعمل العضلى، بمعنى أن أقصى قوة للعضلة تحددها أضعف زاوية،لعمل المفصل وليس أقوى زاوية وهذا بالطبع يعتبر من عيوب الاعتماد على الانقباض المتحرك وحده فى برامج التدريب (مثل استخدام البارات الحديدية).

الانقباض العضلى الثابت (الأيزومترى)

خلال الانقباض الثابت تخرج العضلة توترا إلا أنها لا تغير طولها، ويحدث هذا النوع من الانقباض العضلى أثناء أداء الأنشطة الرياضية مثل المصارعة واتخاذ الأوضاع الثابتة المختلفة، كما فى رياضة الجمباز أو عند محاولة رفع ثقل معين لا يقوى الفرد على تحريكه أو محاولة دفع مقاومة كجدار حائط، وفى هذه الحالة يصبح فى الإمكان إنتاج قوة عضلية كبيرة دون إظهار حركة واضحة للعضلات العاملة أو للثقل الذى يحاول الفرد رفعه أو دفعه.

وعند مقارنة القوة القصوى الناتجة عن الانقباض الثابت بمثيلاتها الناتجة عن الانقباض العضلى المتحرك، فإننا نلاحظ تفوق القوة الثابتة على المتحركة ويرجع ذلك إلى ثلاثة أسباب هى:

(١) تنقبض العضلة فى الانقباض العضلى الثابت بعدد أكبر من الألياف العضلية نتيجة زيادة المقاومة التى تواجهها بدليل أن تفوق القوة العضلية على المقاومة يؤدى إلى تغلب القوة العضلية على المقاومة وهنا تحدث الحركة، بينما إذا زادت المقاومة تزيد عدد الألياف المشتركة فى الانقباض؛ ولذا فإن القوة الثابتة دائما يصاحبها اشتراك عدد أكبر من الألياف العضلية.

(٢) يحدث الانقباض العضلى الثابت بدون تغيير فى طول العضلة، وهذا بدوره يساعد على أن تنقبض العضلة وهى فى طولها المثالى، وبذلك تنتج أكبر قوة حيث من المعروف أن القوة العضلية تختلف تبعا لاختلاف زوايا المفصل وتكون أكبرها عندما تكون زاوية المفصل تقترب من ٩٠ درجة، ويرجع سبب ذلك لأن العضلة فى هذه الحالة تكون فى طولها المثالى لإعطاء أكبر قدر من الانقباض من حيث تنظيم فتائل الأكتين والمايوسين والجسور المتقاطعة التى تربط بينها فى أفضل وضع يمكنها من إعطاء أكبر انقباض عضلى، وهذا لا يتوافر فى الانقباض المتحرك نتيجة لاختلاف زوايا المفصل وبالتالى طول العضلة على مدى الحركة.

(٣) يتوافر فى الانقباض العضلى الثابت ميزة استمرار الانقباض العضلى، وهذا بدوره يعطى فرصة للتركيز وإنتاج قوة عضلية أكبر مما تحدث فى الانقباض العضلى المتحرك الذى تتغير فيه قوة الانقباض على مدى الحركة.

ومن عيوب الانقباض الثابت إذا استخدم لتنمية القوة أنه يرتبط بنمو القوة العضلية فى زاوية معينة هى التى تم استخدامها أثناء التدريب؛ ولذا يفضل تغيير زوايا العمل العضلى الثابت أثناء التدريب.

ويلاحظ أن الانقباض العضلى الثابت يصاحبه سرعة التعب، ويرجع ذلك إلى منع الأكسجين عن العضلة أثناء الانقباض، حيث من المعروف أن سريان الدم يمتنع تماما عن العضلة فى حالة الانقباض العضلى الثابت الذى تزيد قوته عن ٧٠٪ من أقصى انقباض.

الانقباض المشابه للحركة Isokinetic Contraction

وهذا النوع من الانقباض العضلى يعتبر نوعا من أنواع الانقباضات العضلية التى تستخدم فى الأنشطة الرياضية وهو يعرف بأنه أقصى انقباض عضلى يتم بسرعة ثابتة خلال المدى الكامل للحركة. وتعنى كلمة (أيزو) المشابه أو المساوى وكلمة (كينتيك) تعنى حركة، ومن هنا جاءت تسمية هذا النوع من الانقباض العضلى نظرا لتشابهه مع الحركات التى تؤدى أثناء النشاط الرياضى، وأفضل مثال على ذلك حركة الشد تحت الماء فى سباحة الزحف (الكرول) حيث تقوم اليد بالشد فى الماء ابتداء من نقطة دخولها الماء حتى تنتهى بجانب الفخذ وتتم هذه الحركة بسرعة ثابتة تقريبا كما أن مقاومة الماء أيضا تعتبر مقاومة ثابتة. وهناك تشابه بين نوعى الانقباض العضلى (المتحرك والانقباض المشابه) فى أن كلاهما يعتبر عملا عضليا متحركا، إلا أن الفرق بين النوعين يتضح فى أن أقصى انقباض للعضلة يستمر على طول مدى الحركة من بدايتها حتى نهايتها فى الانقباض المشابه، بينما لا يحدث ذلك أثناء الانقباض المتحرك (الأيزوتونى) كما أن سرعة الحركة فى الانقباض المتحرك بطيئة نسبيا وغير مقننة؛ بينما على العكس من ذلك فإن سرعة الحركة فى الانقباض المشابه للحركة تظل ثابتة على طول مدى الحركة؛ ولذا فإن أداء الانقباض المشابه للحركة يتطلب أدوات خاصة (مثل المينى جيم Mini-Gym) حيث تحتوى هذه الأجهزة على جهاز لضبط السرعة (Governor) حيث يتحكم هذا الجهاز فى السرعة بحيث تظل دائما ثابتة، وبذلك إذا أراد الشخص أداء الحركة فإنه يؤديها بأسرع ما يمكن مع الاحتفاظ بأقصى توتر عضلى على طول مدى الحركة، وفى نفس الوقت تظل سرعة الحركة ثابتة خلال مداها الكامل، ويمكن التحكم فى جهاز التدريب لتعديل سرعة الحركة بدرجات مختلفة تبدأ من الصفر حتى ٢٠٠ حركة / دقيقة، وهناك أنواع كثيرة من الأنشطة الرياضية تتطلب ما يزيد على أداء أكثر من ١٠٠ حركة / دقيقة، وتحتوى معظم أجهزة التدريب على مؤشر يسجل مدى القوة العضلية المبذولة؛ ولذا يمكن الاستفادة بذلك عند قياسات القوة العضلية أو تقنين جرعات التدريب، ومن الوجهة النظرية أو العملية فإن التدريب لتنمية القوة العضلية باستخدام الانقباض العضلى المشابه «أيزوكنيتك» يعتبر من أنسب الطرق الملائمة لطبيعة الأداء أثناء النشاط الرياضى.

الانقباض العضلى اللامركزى

Eccentric Contraction

وهذا النوع من الانقباض العضلى هو عكس الانقباض المتحرك (الأيزوتونى) حيث تطول العضلة أثناء زيادة توترها، وأفضل مثال لهذا الانقباض عند أداء حركة نزول الثقل إلى

الأرض وكذلك الجرى على منحنى هابط أو عند الهبوط من السلم، وعادة ما يلاحظ هذا الانقباض العضلى فى الأنشطة الرياضية فى حركات الهبوط المختلفة فى رياضة الجمباز، وعند فرد الذراع وهبوط الجسم لأسفل عند الشد على العقلة وغيرها.

أعضاء الإحساس بالعضلة Receptors in Muscle

تعمل العضلة الهيكلية بناء على أوامر تصلها من الجهاز العصبى، ولكنها أيضا بدورها تقوم بإخطار الجهاز العصبى عن نتائج ما قامت وما تقوم به من عمل بصفة مستمرة، وتقوم المستقبلات الحسية Sensory Receptors بنقل المعلومات المختلفة عن العمل العضلى للجهاز العصبى، وتختلف المعلومات المرسلة من العضلة إلى الجهاز العصبى حيث تشمل معلومات عن الحالة الكيميائية والحالة الانقباضية للعضلة.

تقوم المستقبلات الكيميائية Chemoreceptors التى تفرزها النهايات العصبية بنقل معلومات عن أى تغيرات تحدث فى العضلة من الناحية الكيميائية مثل تغيرات pH العضلة - وتركيز البوتاسيوم، كما تلعب دورا هاما فى تنظيم عمل الجهاز التنفسى والدورى أثناء التدريب.

وتقوم المستقبلات الميكانيكية بنقل المعلومات عن الانقباض العضلى تشمل تغيرات تطور التوتر العضلى وتغيرات طول العضلة، وتقوم بنقل هذه المعلومات أعضاء حسية تسمى المغزل العضلى وأعضاء جولجى الوترية وكبسولات بنسيان.

التعب العضلى الموضعى Local Muscular Fatigue

من المعروف أن مشكلة التعب العضلى من المشكلات المعقدة والتى ترتبط بكل من الجهاز العصبى والجهاز العضلى، وبالنسبة للعضلة فإن التعب عادة يرتبط بكل من الاتصال العصبى العضلى والآليات الانقباضية بالعضلة.

١- التعب فى مناطق الاتصال العصبى

يرتبط هذا النوع من التعب بالألياف السريعة مقارنة بالألياف البطيئة، ويرجع السبب فى ذلك إلى نقص الناقل العصبى الكيميائى الأستيل كولين Acetylcholine.

٢- التعب فى الألياف الانقباضية

هناك كثير من العوامل المرتبطة بتعب الآليات الانقباضية منها ما يلى:

أ- تجمع حامض اللاكتيك، تنتج الألياف السريعة حامض اللاكتيك أكثر من الألياف البطيئة.

وتعتبر هذه الخاصية فى زيادة إنتاجية اللاكتيك أحد العوامل المكونة لسعة الأداء اللاهوائية؛ ولذا يدرب الرياضى على أداء أحمال بدنية ذات شدة عالية تؤدى إلى تكسير الجليكوجين فى غياب الأكسجين ويزداد تراكم حامض اللاكتيك نتيجة لذلك، وكلما زادت نسبة اللاكتيك فى الألياف السريعة عنه فى البطيئة يقل مستوى الأداء الأقصى لقوة الانقباض العضلى، كما يفسر ذلك أيضا زيادة قابلية الألياف السريعة للتعب.

ولكن كيف يكون حامض اللاكتيك سببا فى حدوث التعب بالعضلة؟ وللإجابة على ذلك توجد آليتان فسيولوچيتان وكلاهما يرتبط بتأثير حامض اللاكتيك، أولهما أنه عند زيادة تركيزالهيدروجين داخل الليفة العضلية تحدث إعاقة لعملية التنبيه الكهربائى لليفة العضلية وبذلك لا تحدث عملية انتشار الاستثارة على طول الليفة وداخلها وبذلك تقل كمية أيونات الكالسيوم التى تخرج من الشبكة الساركوبلازمية وتدخل مع ترابط التروبنين، وثانيهما من جهة أخرى فإن زيادة تركيز الهدروچين يثبط من نشاط إنزيم فسفو فركتوكينز Phosphofrucktkinase وهو الإنزيم الأساسى لعمليات الجلكزة اللاهوائية Anaerobic Glycolysis وهذا التثبيط يبطئ من عمليات الجلكزة اللاهوائية لإنتاج ATP.

ب- استنفاد مخزون Depletion of ATP and PC Stores ATP-PC لا يرتبط التعب الموضعى للعضلة بشكل كبير باستنفاد مخزون ATP و PC بالعضلة ؛ حيث يكون المستهلك قليلا جدا ويتم تعويضه بسرعة خلال دقائق قليلة.

جـ- استنفاد مخزون الجليكوجين للعضلة عند أداء العمل العضلى الطويل لفترة من ٣٠ دقيقة إلى ٤ ساعات، حيث يستنفد الجليكوجين تماما من الألياف البطيئة بصفة خاصة، وهذا يعد سبباً للتعب العضلى، بالرغم من مساعدة جلوكوز الكبد والأحماض الدهنية للعمل كوقود إلا أن دوريهما لا يستطيع أن يغطى الطاقة الناتجة عن جليكوجين العضلة.

د- عوامل أخرى: هناك عوامل أخرى تكون سببا فى حدوث التعب فى العضلة مثل نقص الأكسچين وعدم كفاية سريان الدم.

٣- دور الجهاز العصبى المركزى فى التعب العضلى

يؤدى الاضطراب الحادث فى العضلة نتيجة التعب الموضعى إلى إرسال المخ إشارات عصبية لتثبيط الجهاز الحركى مما يؤدى إلى انخفاض العمل العضلى، وتؤدى الراحة الإيجابية بين تكرارات أداء العضلة مرتفع الشدة إلى استشفاء العضلة الهيكلية بشكل أسرع نتيجة تخفيف الضغط على الجهاز العصبى المركزى.

جدول (٢٢)

ملخص المواقع والآليات الفسيولوچية فى التعب العضلى الموضعى

عن: et al.1988

موقع التعب	الآليات
١- الاتصال العصبى	نقص تحرر الأستيل كولين فى النهايات العصبية.
٢- الآليات الانقباضية	أ- نقص تحرر أيونات الكالسيوم من الشبكة الساركوبلازمية ونقص رابطة أيونات الكالسيوم مع التروبنين نتيجة زيادة الهدروچين الناتج عن تراكم حامض اللاكتيك. ب- استنفاد مخزون PC - ATP. جـ- استنفاد مخزون الجليكوچين. د- نقص الأكسچين وعدم كفاية سريان الدم.
٣- الجهاز العصبى المركزى.	اختلاف وسط العضلة والإشارات التثبيطية من الجهاز العصبى لتقليل إنتاجية الجهاز الحركى.

التقلصات العضلية Muscle Cramps

التقلص العضلى هو انقباض مؤلم لا إرادى للعضلة الهيكلية يحدث أثناء التدريب أو مباشرة بعده، وبصفة عامة فى تدريبات التحمل، كما يحدث أيضا فى حالات مرضية كثيرة، ويعتبر سبب الانقباض غير معروف تماما، ولكنه قد يرجع إلى بعض الأنشطة غير الطبيعية لتحكم النخاع الشوكى فى الخلايا العصبية وخاصة عندما تنقبض العضلة بالتقصير، وهذا يؤدى إلى خطورة التعب العضلى ونقص المطاطية، ويتلخص علاج هذه الحالة فى أداء مط العضلة سلبيا (بواسطة مساعدة)، وتحدث التقلصات العضلية بصفة خاصة لدى متسابقى المارثون بنسب تتراوح ما بين ٣٠-٦٧٪ .

وتعتبر مشكلة التقلصات العضلية أحد المشاكل الطبية التى تواجه الأطباء عند علاج الرياضيين فى تخصصات التحمل وخاصة المارثون، وتحدث التقلصات العضلية نتيجة كثير من العوامل الخلقية والمكتسبة .

العوامل المكتسبة

تشمل اختلال التمثيل الغذائى للكربوهيدرات والدهون والبروتين وأمراض الغدد الصماء، مثل السكر وأمراض الجهاز العصبى العضلى .

أظهرت الدراسات حدوث التقلصات العضلية لدى الأشخاص الذين يعملون فى البيئات الحارة الرطبة، مثل عمال المناجم وأمام الأفران، ويرجع ذلك إلى اختلال السوائل والأملاح المعدنية فى الجسم .

الفرض الجديد فى الوقت الحالى لا يدعم النظريات السابقة ويعتمد على البيانات الواردة من الدراسات الوبائية والمعلومات الناتجة عن التجارب على الحيوانات وعلى رد فعل النخاع الشوكى

جدول (٢٣)

مقارنة بين أسباب التقلص العضلى المصاحب للتدريب والمصاحبة لاختلال التمثيل الغذائى

عن: Martin et al., 1999

المصاحبة للتدريب	المصاحبة للتمثيل الغذائى
متقطع ويحدث أثناء التدريب	تزداد شعرته أثناء التدريب
لا يوجد ميوجلوبين بالبول ميوجلوبنوريا	شائع وجود جلوبين بالبول
لا يوجد ألم عضلى مزمن Myalgia	توجد Myalgia
يوجد نشاط كهربائى أثناء التقلص	لا يوجد نشاط كهربائى أثناء التقلص
صعب الارتباط بالعائلة	قوى الارتباط بالعائلة

خلال التعب العضلى ورسم العضلات الكهربائية وتفترض النظرية الجديدة أن سبب التقلص العضلى يرجع إلى عدم طبيعة نشاط الخلية العصبية الحركية (ألفا)، حيث يؤدى العامل المركزى والعصبى إلى نقص التحكم فى تأثير التنبيه للعصب الصادر من مغزل العضلة والتأثير التثبيطى لنشاط أعضاء جولجى الوترية، بالإضافة إلى انقباض العضلة بالتقصير الذى يؤدى إلى تثبيط نشاط العصب الصادر من أعضاء جولجى الوترية، وأفضل مثال عن ذلك ما يحدث من تقلص لعضلة السمانة للسباحين، حيث يظل مفصل القدم طوال التدريب فى حالة بسط وهذا يقلل من توتر وتر أكيلس مقارنة بوضع القدم فى حالة تعب، وهذا يقلل من دور الخلية العصبية الحركية(ألفا) لعضلة السمانة.

ويؤدى المط السلبى لإزالة التقلص فورا نتيجة زيادة توتر وتر أكيلس وزيادة نشاط أعضاء جولى الوترية، وهذه الظاهرة متوافقة مع افتراض اختلال نشاط رد فعل النخاع الشوكى، وهذا يفسر حدوث تقلص عضلة السمانة ليلا للرياضيين المجهدين من التدريب، ويحدث هذا التقلص عندما يكون مفصل القدم فى حالة بسط أثناء النوم.

العوامل المسببة للتقلص العضلى

بناء على نتائج دراسة أجريت على ١٣٠٠ متسابق مارثون، أمكن تحديد العوامل المسببة للتقلص العضلى فيما يلى - الأعمار الأكبر- العمر التدريبى الأطول - الأفراد الأعلى مستوى فى فهرس الجسم BMI - الأقل تدريب يومى على المطاطية ـ عدم وجود عادة مط العضلات ـ التاريخ الأسرى للتقلصات العضلية - ارتفاع شدة حمل التدريب طول فترة الجرى (حيث تحدث معظم التقلصات بعد أول ٣٠ كيلو مترا فى المارثون) - التعب العضلى ـ جرى صعود المرتفعات- الأداء المتصلب فى السباحة، وعامة تتلخص أهم الأسباب فى ظروف الجرى نفسه وعدم أداء تدريبات المطاطية بشكل كاف.

علاج التقلص العضلى

- مط العضلة فى الاتجاه العكسى سلبيا.
- الاحتفاظ بوضع العضلة فى حالة المط حتى تعود إلى طولها الطبيعى.
- وضع المصاب فى مكان مريح درجة حرارته مناسبة مع تناوله لبعض المشروبات.
- إذا كان التقلص شديدا يمكن الاستعانة بالطبيب.

يجب عرض الرياضيين على الطبيب فورا فى حالة ظهور بعض الأعراض عليهم خلال ٢٤ ساعة مثل عدم التبول أو البول الغامق اللون.

الوقاية من التقلص

يجب مراعاة بعض العوامل للوقاية من التقلصات العضلية لتشمل:

- الاستعداد الجيد لأداء النشاط البدنى.
- أداء تمرينات مطاطية بشكل منتظم للعضلات التى يحدث بها التقلص.
- توفير المشروبات الرياضية أثناء التدريب.
- تقليل شدة وحجم حمل التدريب إذا تطلب الأمر ذلك.

الألم العضلى Muscular Soreness

عادة ما يشعر الرياضى بالألم العضلى من فترة إلى أخرى خلال تدريبات الأثقال، وهو يحدث فى المراحل الأخيرة خلال جرعة التدريب أو مباشرة خلال فترة الاستشفاء، كما يمكن أن يحدث أيضا متأخرا خلال فترة ١٢-١٤ ساعة بعد أداء الجرعة التدريبية أو فى كلتا الحالتين وينقسم إلى نوعين أحدهما الفورى، والآخر المتأخر.

ألم العضلة الفورى Acute Muscle Soreness

ويفهم من تسميته أنه الألم الذى يظهر فى العضلة أثناء أو بعد التدريب مباشرة، ويرجع سببه إلى عدم كفاية سريان الدم إلى العضلات العاملة (نقص الدم Ischemia) كما يحدث عند أداء الانقباض العضلى الثابت بالقوى القصوى، حيث يمتنع الدم عن دخول العضلة أثناء الانقباض الأيزومترى (الثابت) الأقصى مما يسبب الألم العضلى المؤقت، كما يحدث أيضا نتيجة تجمع مخلفات الطاقة الناتجة عن التدريب، مثل الهدروچين أو اللاكتات، وكذلك زيادة السوائل بالعضلة الواردة إليها من الدم وذلك خلال تدريبات القوة أو التحمل العالية الشدة، غير أن هذا الألم يزول خلال بضعة ساعات بعد التدريب، وبناء على ما سبق.

وتتلخص أسباب الألم العضلى الفورى فى النقاط التالية:

١- الألم العضلى الناتج عن الانقباضات العضلية القوية بالدرجة التى تمنع وصول الدم إلى العضلة (نقص الدم).

٢- عند حدوث نقص سريان الدم ووصول الأكسچين إلى العضلة تبقى مخلفات الطاقة فى العضلة، مثل حامض اللاكتيك والبوتاسيوم، وتزداد هذه المخلفات حتى تنبه مستقبلات الألم بالعضلة.

٣- يستمر الألم فى العضلة حتى تنخفض شدة حمل التدريب وبذلك يعود سريان الدم إلى العضلة ليزيل مخلفات الطاقة ويمدها بالأكسچين.

الألم المتأخر

Onset Muscle Soreness - Delayed

وهو الألم العضلى الذى يشعر به الرياضى بعد التدريب بيوم أو بيومين، ونظرا لأن هذا النوع من الألم لا يظهر بعد التدريب مباشرة؛ لذا يطلق عليه حرفيا مصطلح «اللحظة المتأخرة للألم العضلى»، وحتى الآن لم يصل العلماء إلى رأى نهائى لتفسير هذا الألم وإن اختلفت الآراء والنظريات، وهناك ثلاث نظريات توضح ذلك.

١- نظرية الجرح النسيجى

The Torn Tissue Theory

تقوم هذه النظرية على افتراضية تلف النسيج العضلى Tissue Damage، ويدل على ذلك زيادة نشاط الإنزيمات ٢-١٠ مرات ضعف الراحة بعد التدريبات الشديدة، وقد ثبت ذلك من فحص عضلات الرجلين بعد سباق الماراثون كما أوضحها الميكروسكوب الإلكترونى، ويرجح العلماء أن هذا التلف النسيجى يمكنه أن يتسبب

فى الألم العضلى الموضعى والتورم المصاحب لهذا الألم.

٢- نظرية التقلصات العضلية

The Spasm Theory

بناء على هذه النظرية فإن الألم العضلى المتأخر يحدث خلال مراحل ثلاث هى:

١- يؤدى التدريب إلى حدوث نقص سريان الدم إلى العضلة (Ischemia) فى العضلات العامة.

٢- تؤدى الأسكيما أو نقص سريان الدم إلى تجمع مواد غير معروفة تسبب الألم؛ لأنها تنبه نهايات الأعصاب الحسية.

٣- يؤدى الألم إلى تقلصات عضلية منعكسة وتتكرر هذه السلسلة من المراحل الثلاث.

وقد أوضح أرمسترونج عام ١٩٤٨ Arm Strong هذه الآليات المسببة للألم العضلى المتأخر التى يصاحبها زيادة إنزيمات البلازما ووجود الميوجلوبين بالدم Myoglobinemia وتغيرات غير طبيعية بالنسيج العضلى.

وقد اقترح أرمسترونج تسلسل حدوث الألم المتأخر فى الترتيب التالى:

١- يؤدى التوتر العالى الشدة فى الجهاز الانقباضى والمطاطى للعضلة إلى تلف بنائى فى العضلة.

٢- يقوم غشاء الليفة العضلية المصاب بنشر الكالسيوم فى الليفة مما يسبب موت الخلية Necrosis ليصل إلى أعلى مستواه خلال ٤٨ ساعة.

٣- ويؤدى التجمع الخارجى للخلية لنشاط خلايا الماكروفاج Macrophage ومحتويات السائل الداخلى مثل الهيستامين والكينيز Kinins إلى تنبيه نهايات الأعصاب الحسية الحرة، ويظهر ذلك بشكل أكبر عند أداء تدريبات الانقباض العضلى اللامركزى.

٣- نظرية النسيج الضام The Connective Tissue

وتقوم هذه النظرية على أن هناك تلفا (Damage) يحدث فى الأنسجة الضامة وتشتمل الأوتار وذلك أثناء العمل العضلى مما يسبب الألم العضلى.

وقد توصلت نتائج بعض الدراسات إلى أن الألم العضلى المتأخر يرتبط معظمه بانتشار عناصر الأنسجة الضامة فى العضلات والأوتار، وأحد هذه المواد تسمى هيدروكسى برولين Hyroxy praline والذى يعتبر مؤشرا لتلف الأنسجة الضامة ؛ ولذلك فإن زيادة وجود الهيدروكسى برولين فى البول لدى الرياضيين الذين يتدربون لعدة أيام يعتبر مؤشرا على حدوث الألم العضلى المتأخر نتيجة تلف الأنسجة الضامة، ويظهر ذلك بشكل أكبر بعد تدريبات الانقباضات العضلية بالتطويل (اللامركزى) وعلى العكس من ذلك عند استخدام تدريبات الانقباض المركزى.

الوقاية من الألم العضلى

يعتبر العامل الوقائى من الألم العضلى هاما جدا لتحقيق الحد الأقصى للاستفادة من التدريب؛ لذلك يجب الوقاية منه باتخاذ الإجراءات التالية:

١- استخدام تمرينات المطاطية للعضلات، حيث تساعد هذه التمرينات ليس فقط فى الوقاية من الألم العضلى ولكنها أيضا تعمل على إزالته، ولا يجب استخدام التمرينات التى تعتمد على النطر أو القوة الزائدة للمطاطية حيث يزيد ذلك من تلف الأنسجة الضامة.

٢- اتباع مبدأ التدرج فى شدة حمل التدريب، ويمكن ذلك باستخدام أثقال ضعيفة فى بداية البرنامج ثم تزداد تدريجيا بعد مرور بضعة أسابيع فى بداية الموسم التدريبى.

٣- يرى البعض - وإن كان لم يثبت علميا - أن تناول ١٠٠ مللى جرام من فيتامين ج (c) يوميا (ضعف الكمية العادية) ولمدة ٣٠ يوما يقلل من التعرض للألم العضلى المتأخر.

الملخص

* يوجد بجسم الإنسان ثلاثة أنواع من النسيج العضلى هى العضلة الهيكلية Skeletal Muscle والعضلة الناعمة Smooth muscle وعضلة القلب، وترتبط معظم العضلات الهيكلية بالجهاز العظمى للتحكم فى حركة الجسم.

* توصف العضلات الهيكلية غالبا بأنها عضلات إرادية Voluntary Muscles، بينما توصف عضلة القلب والعضلات الناعمة بأنها عضلات غير إرادية Involuntary.

* يتميز النسيج العضلى ببعض الخصائص التى تمكنه من أداء وظيفته وهى - القابلية للاستثارة Excitability - الانقباضية Contractility - القابلية للامتداد Extensibility - المطاطية Elasticity.

* تشكل العضلات الهيكلية الكتلة العضلية بالجسم حوالى ٤٠٪ من وزن الجسم الكلى وهى المسئولة عن اتخاذ الجسم للأوضاع والحركات المختلفة، وهى ترتبط بالهيكل العظمى بواسطة الأوتار Tendons حيث يشكل الاندغام Origin نهاية العضلة التى تندغم فى العظم، بينما يشكل المنشأ بداية العضلة وهو الأكثر حركية من الاندغام وترتبط العظام بالعضلات بواسطة المفصل Joint وعندما تنقبض العضلة تحدث الحركة.

* هناك خاصيتان أساسيتان للعضلة الهيكلية هما: «سعة الأكسدة» Oxidative Capacity ونشاط الإنزيمات.

* عند مقارنة أنواع الألياف العضلية يلاحظ أن هناك ثلاثة خصائص هامة هى:
  - أقصى إنتاجية للقوة.
  - سرعة الانقباض العضلى.
  - فاعلية الليفة العضلية.
  - تركيب العضلة الهيكلية Structure of Skeletal Muscle.

* عندما ترتبط الجسور المتقاطعة للمايوسين بفتيلة الأكتين ينزلق كلا الفتيلتين ليقتربا من بعضهما البعض، وتقوم رءوس المايوسين والجسور المتقاطعة بالارتباط على المواقع النشطة على فتائل الأكتين ويشكل رأس وذراع الجسر المتقاطع قوة جذب جزئية داخلية وتتجه الرأس بقوة الجذب هذه فى اتجاه الذراع وبذلك تجذب كل من الأكتين والمايوسين فى اتجاهات عكسية.

* بمجرد ما تقوم رأس المايوسين بعملية الجذب فإنها تترك الموقع النشط فوق الأكتين وتدار للخلف لوضعها الأصلى لترتبط بموقع نشط آخر فوق الأكتين، واستمرار هذه العملية يؤدى إلى انزلاق الفتائل إلى بعضها، وهذه العملية هى ما يطلق عليها نظرية الانزلاق.

* حتى يتم الانقباض فلابد من تولد الطاقة التى تأتى من انشطار ATP بواسطة إنزيم AT-Pase، ويوجد هذا الإنزيم فى رأس الجسر المتقاطع.

* تحتوى على موقع ارتباط للأدينوثين ثلاثى الفوسفات، حيث يتم الارتباط ما بين المايوسين وATP.

* تعتمد عملية الانقباض العضلى على تنبيه أو استثارة العضلة بواسطة إشارة عصبية، ويجب أن يسبق الاستجابة الميكانيكية للعضلة تنبيه العضلة كهربائيا بواسطة الجهاز العصبى، وتتخذ هذه العملية خطوات متسلسلة تبدأ بتسلسل حدوث الاستثارة ثم تسلسل حدوث الانقباض.

* تنقسم الألياف العضلية إلى عدة أنواع مختلفة تبعا لسرعة وقوة الانقباض العضلى، غير أن النوعين الأساسيين هما الألياف العضلية السريعة والألياف العضلية البطيئة، ويمكن أن ينقسم كل نوع إلى بعض الأنواع الأخرى الفرعية.

• الألياف البطيئة Slow Fibers

* تسمى ألياف النوع الأول Type I Fibers، كما تسمى أيضا الألياف بطيئة الأكسدة Slow-Oxidative أو الألياف البطيئة Slow Twitch Fibers، وتحتوى على عدد كبير من الإنزيمات وكذلك حجم كبير من الميتوكوندريا وتحاط بعدد أكبر من الشعيرات الدموية وتركيز عال لليموجلوبن ونشاط عال لإنزيمات الميتوكوندريا؛ لذلك فهى ألياف ذات سعة كبيرة للتمثيل الغذائى الهوائى ومقاومة عالية للتعب.

• الألياف العضلية السريعة Fast - Twitch Fibers

* تتميز الألياف العضلية السريعة ببعض الخصائص التى تساعد على سرعة الانقباض وتشمل:

* سرعة عالية لفروق الجهد الكهربائية الكيميائية ومستوى عالى النشاط لإنزيم ATPase وسرعة إظهار وسحب أيونات الكالسيوم من الشبكة الساركوبلازمية وسرعة عالية فى عمل الجسور المتقاطعة لجذب فتائل الأكتين.

• الألياف العضلية للنوع الثانى (أ) Type II a Fiber

* ويطلق عليها أيضا الألياف الوسطية InterMediate Fibers أو الألياف سريعة الأكسدة للجليكوجين بدون الأكسجين Fast - Oxidative Glycolytic Fiber.

* وهذا النوع من الألياف يعتبر ذا خصائص وسطية ما بين الألياف البطيئة من النوع الأول والألياف البطيئة من النوع الثانى (ب)، وهذا النوع من الألياف يمكن أن يظهر على أنه خليط ما بين الألياف البطيئة من النوع الأول والألياف السريعة من النوع الثانى (ب) السريع وهى ألياف قابلة للتكيف تبعا لتأثير نوعية التدريب، فحينما يكون اتجاه التدريب لتنمية التحمل فإن سعتها الأكسجينية تزيد لتتساوى مع النوع البطىء الأول.

• الألياف العضلية للنوع الثانى (ب) Type II Fiber B

* يطلق عليها أحيانا ألياف الخلجة السريعة Fast - Twitch Fibers أو الألياف الجليكوجينية السريعة Fast - Glycolytic Fibers وهى تحتوى على عدد قليل من الميتوكوندريا وبذلك تقل سرعتها للتمثيل الغذائى الهوائى، وبالتالى تقل مقاومتها للتعب، غير أنها غنية بالإنزيمات الجليكوجينية Glycolytic Enzymers وهذا يساعدها على السعة اللاهوائية.

* توجد فروق كبيرة بين الرياضيين وفقا لتخصصاتهم، فمثلاً تبلغ نسبة الألياف البطيئة لدى متسابقى الماراثون ٩٠٪، وقد وجد بعض الباحثين أن متسابقى الجرى مسافات طويلة لديهم نسبة ٧٩٪ من الألياف البطيئة بعضلة الفخذ Vastus Lateralis وهى بذلك أيضاً تزيد من نسبتها لدى الأفراد غير المدربين التى تبلغ ٧,٧٥٪، وعلى العكس من ذلك فلدى متسابقى العدو تغلب نسبة الألياف العضلية السريعة على هذه العضلة.

* تحتاج الليفة العضلية إلى قدر معين من الاستثارة أو التنبيه Stimulation ولا تستجيب الليفة العضلية لأقل من ذلك ويطلق على هذا المستوى من التنبيه «العتبة الفارقة» Threshold أى الحد الأدنى للتنبيه العصبى الذى تستجيب له الليفة العضلية بالانقباض، ولا تستجيب الليفة العضلية إذا كانت درجة التنبيه أقل من مستوى هذه العتبة الفارقة ولكن تستجيب الليفة بأقصى انقباض لها إذا ما وصلت درجة التنبيه إلى مستوى العتبة الفارقة أو أعلى منها.

* جميع الألياف العضلية التابعة للوحدة الحركية الواحدة تستقبل نفس التنبيه العصبى وبذلك تنقبض جميع الألياف العضلية التابعة لهذه الوحدة الحركية بالحد الأقصى لها بمجرد وصول درجة التنبيه إلى مستوى العتبة الفارقة، وبذلك ينطبق على الوحدة الحركية الواحدة قانون الكل أو العدم كما ينطبق على الليفة العضلية الواحدة.

* أنواع العمل العضلى Types of Muscle Action.

* الانقباض العضلى المتحرك (الأيزوتونى).

* الانقباض العضلى الثابت الأيزومترى:

* الانقباض العضلى اللامركزى Eccentric Contraction.

* الانقباض المشابه للحركة: Isokinetic Contraction.

* تعمل العضلة الهيكلية بناء على أوامر تصلها من الجهاز العصبى، ولكنها أيضا بدورها تقوم بإخطار الجهاز العصبى عن نتائج ما قامت وما تقوم به من عمل بصفة مستمرة، وتقوم المستقبلات الحسية Sensory Recptors بنقل المعلومات المختلفة عن العمل العضلى للجهاز العصبى، وتختلف المعلومات المرسلة من العضلة إلى الجهاز العصبى حيث تشمل معلومات عن الحالة الكيميائية والحالة الانقباضية للعضلة.

• التعب العضلى الموضعى

Local Muscular Fatigu

* من المعروف أن مشكلة التعب العضلى من المشكلات المعقدة والتى ترتبط بكل من الجهاز العصبى والجهاز العضلى، وبالنسبة للعضلة فإن التعب عادة يرتبط بكل من الاتصال العصبى العضلى والآليات الانقباضية بالعضلة.

* وتعتبر مشكلة التقلصات العضلية أحد المشاكل الطبية التى تواجه الأطباء عند علاج الرياضيين فى تخصصات التحمل وخاصة الماراثون، وتحدث التقلصات العضلية نتيجة كثير من العوامل الخلقية والمكتسبة.

* عادة ما يشعر الرياضى بالألم العضلى من فترة إلى أخرى خلال تدريبات الأثقال، وهو يحدث فى المراحل الأخيرة خلال جرعة التدريب أو مباشرة خلال فترة الاستشفاء، كما يمكن أن يحدث أيضا متأخرا خلال فترة ١٢-١٤ ساعة بعد أداء الجرعة التدريبية أو فى كلتا الحالتين، وينقسم إلى نوعين أحدهما الفورى، والآخر المتأخر.

* هناك جدل كبير بين المدربين حول استخدام أنشطة خاصة لتنمية القوة خلال فترة ما قبل البلوغ، وتقليديا فإن تدريب المقاومة أثناء الطفولة يعتبر غير فعال بل ضارا، وعلى الجانب الآخر منذ عدة سنوات قام المدربون بتنظيم برامج تؤدى إلى إحداث ضغط ميكانيكى على الجهاز العضلى العظمى خلال فترة ما قبل البلوغ، حيث لاحظ المدربون أن استخدام حمل مقنن ومتدرج يمكن أن يكون مفيداً لتحسين الأداء.

* لوحظ تحت تأثير تدريبات التحمل وتدريبات القوة تغير النوع الثانى (ب) وهو الألياف السريعة الثانية إلى النوع الأول وهو الألياف البطيئة، وذلك تحت تأثير تدريبات التحمل، وكمثال آخر فإن تدريبات المقاومة تؤدى إلى إنقاص النسبة المئوية للألياف من النوع الثانى (ب) وهى الألياف السريعة الثانية وتزيد الألياف السريعة الأولى (أ) أى تقل سرعتها، ومعنى ذلك أن تأثير نوعية التدريب يغير من نسبة قليلة للألياف؛ ولذلك يجب على المدرب أن يحذر عند تدريب متسابقى العدو نقص السرعة وبصفة خاصة نتيجة زيادة حجم تدريبات التحمل، حيث إن هذه الزيادة تفقدهم عنصر السرعة.

* تنقبض العضلة استجابة لاستثارة واردة من الجهاز العصبى لكى تنطلق الطاقة الحيوية داخل الليفة العضلية وتؤدى إلى انزلاق فتائل الأكتين والمايوسين.

* تحتاج الليفة العضلية إلى قدر معين من الاستثارة أو التنبيه Stimulation ولا تستجيب الليفة العضلية لأقل من هذا المستوى، ويطلق على هذا المستوى من التنبيه «العتبة الفارقة» Threshold أى الحد الأدنى للتنبيه العصبى الذى تستجيب له الليفة العضلية بالانقباض.

* ترتبط درجة القوة العضلية بعدد الألياف العضلية المنشطة، فإذا كنا نحتاج إلى انقباض عضلى ضعيف للتغلب على مقاومة بسيطة، فإن الجهاز العصبى يقوم بتنبيه عدد أقل من الوحدات الحركية وبالتالى عدد أقل من الألياف العضلية.

• أنواع العمل العضلى Types of Muscle Action

* تتطلب كل حركة يقوم بها الإنسان تطبيق قوى عضلية مختلفة تقوم بها مجموعات عضلة مختلفة وتشمل:

- العضلات الأمامية Agonists on Prime Movers وهى العضلات الأساسية المسئولة عن الحركة.
- العضلات المقابلة Antagonists وهى العضلات المقابلة عكس العضلات الأساسية.

- العضلات المساعدة Synergists وهى العضلات التى تساعد العضلات الأساسية.

* توجد أربعة أنواع أساسية للانقباض العضلى يستخدم كل منها لأداء وظائف معينة أثناء الأداء الرياضى أو فى ظروف الحياة العامة وهى:

- الانقباض العضلى المتحرك (الأيزوتونى).
- الانقباض العضلى الثابت الأيزومتر.
- الانقباض المشابه للحركة.
- الانقباض العضلى اللامركزى.

- تعمل العضلة الهيكلية بناء على أوامر تصلها من الجهاز العصبى، ولكنها أيضا بدورها تقوم بإخطار الجهاز العصبى عن نتائج ما قامت وما تقوم به من عمل بصفة مستمرة، وتقوم المستقبلات الحسية Sensory Receptors بنقل المعلومات المختلفة عن العمل العضلى للجهاز العصبى.

* تعتبر مشكلة التقلصات العضلية إحدى المشاكل الطبية التى تواجه الأطباء عند علاج الرياضيين فى تخصصات التحمل وخاصة المارثون، وتحدث التقلصات العضلية نتيجة كثير من العوامل الخلقية والمكتسبة.

* عادة ما يشعر الرياضى بالألم العضلى من فترة إلى أخرى خلال تدريبات الأثقال، وهو يحدث فى المراحل الأخيرة خلال جرعة التدريب أو مباشرة خلال فترة الاستشفاء، كما يمكن أن يحدث أيضا متأخرا خلال فترة ١٢- ١٤ ساعة بعد أداء الجرعة التدريبية أو فى كلتا الحالتين، وينقسم إلى نوعين: أحدهما الفورى، والآخر المتأخر.

أسئلة للمراجعة

١- ما هى أنواع العضلات فى جسم الإنسان؟ وما أهم الفروق بينها؟

٢- ما هى خصائص النسيج العضلى؟

٣- ما هى أهم الخصائص البيوكيميائية للعضلة الهيكلية؟

٤- ما هى أهم الخصائص الميكانيكية للعضلة الهيكلية؟

٥- ما هى أهم مكونات العضلة الهيكلية؟

٦- ما هى مكونات الليفة العضلية؟

٧- ما هى المكونات الانقباضية لليفة العضلية؟

٨- ما هى المكونات المطاطة لليفة العضلية؟

٩- ما هى أنواع الألياف العضلية؟

١٠- قارن بين الألياف العضلية السريعة والألياف العضلية البطيئة من حيث الناحية العصبية والعضلية والكيميائية؟

١١- ما هو تأثير التدريب على الألياف العضلية بأنواعها؟

١٢- هل يمكن أن يزيد عدد الألياف العضلية تحت تأثير التدريب؟

١٣- ما هى خطورة زيادة التدريبات الهوائية على طبيعة عمل الألياف العضلية السريعة؟

١٤- ما هى مكونات الأكتين التى تساعد على الانقباض العضلى؟

١٥- ما هى مكونات المايوسين التى تشارك فى الانقباض العضلى؟

١٦- ما هى الخطوات المتسلسلة لحدوث الانقباض العضلى؟

١٧- ما هى أنواع الانقباض العضلى؟

١٨- ما هى أنواع عمل المجموعات العضلية المختلفة؟

١٩- ما هى أهم أسباب التعب العضلى فى العضلة؟

٢٠- ما هى أنواع التقلصات العضلية وكيفية الوقاية منها؟

٢١- ما هى أسباب الألم العضلى وما هو دور المدرب لتقليل حدوثه لدى الرياضيين؟

المفردات GLOSSARY

فتائل الأكتين Actin Filaments

كل فتيل أكتين له نهاية تندغم فى قرص Z، بينما النهاية الأخرى العكسية تمتد فى اتجاه وسط الساركورمير لتقع فى الفراغ بين فتائل المايوسين، ويحتوى كل فتيل أكتين على موقع نشط يسمح برأس المايوسين بالارتباط ويتكون كل فتيل أكتين من ثلاثة جزيئات بروتينية مختلفة هى:

- الأكتين Actin.
- التروبومايوسين Tropomyosin.
- التربونين Troponin.

قانون «الكل أو عدم الاستجابة»

All-or-none Response

حيث إن جميع الألياف العضلية التابعة للوحدة الحركية الواحدة تستقبل نفس التنبيه العصبى وبذلك تنقبض جميع الألياف العضلية التابعة لهذه الوحدة الحركية بالحد الأقصى لها بمجرد وصول درجة التنبيه إلى مستوى العتبة الفارقة، وبذلك ينطبق على الوحدة الحركية الواحدة قانون الكل أو العدم كما ينطبق على الليفة العضلية الواحدة.

الأنسجة الضامة Connective Tissues

تقوم الأنسجة الضامة بتغليف الألياف العضلية للعضلة.

الخصائص الانقباضية للعضلة الهيكلية

Contractile Characteristics

عند مقارنة أنواع الألياف العضلية يلاحظ أن هناك ثلاثة خصائص هامة هى:

١- أقصى إنتاجية للقوة.

٢- سرعة الانقباض العضلى.

٣- فاعلية الليفة العضلية.

الانقباض العضلى اللامركزى

Eccentric Contraction

وهذا النوع من الانقباض العضلى هو عكس الانقباض المتحرك (الأيزوتونى) حيث تطول العضلة أثناء زيادة توترها، وأفضل مثال لهذا الانقباض عند أداء حركة نزول الثقل إلى الأرض.

الألياف العضلية السريعة Fast - Twitch Fibers

تتميز الألياف العضلية السريعة ببعض الخصائص التى تساعد على سرعة الانقباض وتشمل:

- سرعة عالية لانقباض فروق الجهد الكهربائية الكيميائية.
- مستوى عال لنشاط إنزيم ATPase.
- سرعة إظهار وسحب أيونات الكالسيوم من الشبكة الساركوبلازمية.
- سرعة عالية فى عمل الجسور المتقاطعة لجذب فتائل الأكتين.

وكل هذه الخصائص تساعد الألياف السريعة على سرعة تحويل الطاقة وبالتالى سرعة الانقباض العضلى بحيث تتضاعف هذه السرعة ٢-٣ أضعاف أسرع من الألياف البطيئة.

الانقباض المشابه للحركة Isokinetic Contraction

وهذا النوع من الانقباض العضلى يعتبر نوعا من أنواع الانقباضات العضلية التى تستخدم فى الأنشطة الرياضية، وهو يعرف بأنه أقصى انقباض عضلى يتم بسرعة ثابتة خلال المدى الكامل للحركة، وتعنى كلمة (أيزو) المشابه أو المساوى وكلمة (كينتيك) تعنى حركة، ومن هنا جاءت تسمية هذا النوع من الانقباض العضلى نظرا لتشابهه مع الحركات التى تؤدى أثناء النشاط الرياضى.

الحزم العضلية Muscle Bundles

فى داخل العضلة تتجمع كل مجموعة من الألياف العضلية لتشكل حزمة عضلية يغلفها نسيج ضام Perimysium وتسمى أيضا Fasciculi.

التقلصات العضلية Muscle Cramps

التقلص العضلى هو انقباض مؤلم لا إرادى للعضلة الهيكلية يحدث أثناء التدريب أو مباشرة بعده، وبصفة عامة فى تدريبات التحمل.

الانقباض العضلى Muscular contraction

تعتبر عملية الانقباض العضلى من العمليات المعقدة نظرا لاحتوائها على سلسلة من العمليات الفسيولوچية تبدأ بوصول الإشارة العصبية التى تؤدى إلى إطلاق الطاقة اللازمة لحدوث الانقباض العضلى ثم حدوث الانقباض.

الميتوكوندريا Mitochondria

الميتوكوندريا هى بيوت الطاقة Powerhouse بالليفة العضلية، وتسمى المفرد منها ميتوكوندريون Mitochondrion وهى أجسام صغيرة ذات غشاء مزدوج، حيث يعطى الغشاء الخارجى الشكل العام للميتوكوندريون، بينما يأخذ الغشاء الداخلى شكل أنابيب تسمى كريستا Crista ويوجد فى وسط الغشاء الداخلى Matrix وهى تحتوى على الإنزيمات والريبوسومات والحبيبات وخيوط DNA.

الوحدة الحركية Motor Unit

تقوم كل خلية عصبية حركية بتغذية عدد معين من الألياف العضلية ويطلق عليها معاً «الوحدة الحركية» Motor Unit، ويبدأ الأمر بالانقباض العضلى من الخلايا العصبية الحركية لتبدأ بعدها العمليات الانقباضية.

الألياف العضلية Muscle Fibers

تتكون العضلة من أعداد مختلفة من الألياف العضلية تبعا لحجمها وتتراوح من مئات إلى آلاف الألياف العضلية، وتتجمع الألياف العصبية فى شكل حزم Bundles، ويوجد بين هذه الحزم العضلية أنسجة ضامة Collagen.

تجنيد الليفة العضلية

Muscle Fiber Recruitment

تحتاج الليفة العضلية إلى قدر معين من الاستثارة أو التنبيه Stimulation ولا تستجيب الليفة العضلية، ويطلق على هذا المستوى من التنبيه «العتبة الفارقة» Threshold.

الألم العضلى Muscular Soreness

عادة ما يشعر الرياضى بالألم العضلى من فترة إلى أخرى خلال تدريبات الأثقال، وهذا يحدث خلال المراحل الأخيرة من جرعة التدريب أو مباشرة بعدها خلال فترة الاستشفاء، كما يمكن أن يحدث أيضا متأخرا خلال فترة ١٢-١٤ ساعة بعد أداء الجرعة التدريبية أو فى كلتا الحالتين، وينقسم إلى نوعين: أحدهما الفورى، والآخر المتأخر.

اللويفة العضلية Myofibril

تحتوى كل ليفة عضلية على عدة مئات إلى عدة آلاف من اللويفات العضلية، وهى الجزء المسئول عن عملية الانقباض داخل الليفة العضلية، وهى تتكون من وحدات انقباضية أصغر تسمى الساركومير Sarcomere.

فتائل المايوسين Myosin Filaments

تشكل فتائل المايوسين حوالى ثلثى فتائل العضلة الهيكلية، ويتكون كل فتيل مايوسين من حوالى ٢٠٠ جزىء مايوسين ويتكون كل جزىء مايوسين من جزءين من الحبال الملتفة حول بعضها وتنتهى إحدى نهايتى كل حبل بطية كروية تسمى رأس المايوسين Myosin Head وكل فتيل يحتوى على عدة رءوس بهذا الشكل والتى تشكل ما يسمى بالجسور المتقاطعة Gross-Bridges وهى الأجزاء المسئولة عن التشابك مع المواقع النشطة الموجودة على فتائل الأكتين، حيث تقوم بالربط بين كلا نوعى الفتائل لإحداث الانقباض.

الاتصال العصبى العضلى

Neuro muscular Junction

منطقة الاتصال بين نهاية العصب الحركى وسطح الليفة العضلية حيث تتصل كل ليفة عضلية بليفة عصبية واردة إليها من خلية عصبية وهذه الخلايا العصبية، تسمى الخلايا العصبية الحركية Motor Neurons والتى تمتد من النخاع الشوكى حتى الليفة العضلية.

«سعة الأكسدة» Oxidative Capacity

تتحدد سعة الأكسدة بعدة خصائص هى عدد الميتوكوندريا وعدد الشعيرات المحيطة بالليفة العضلية وتركيز الميوجلوبين Myoglobin نشاط إنزيم ATPase وكلما زاد نشاط هذا الإنزيم زادت سرعة الانقباض العضلى، والعكس كلما قل نشاط الإنزيم قلت سرعة الانقباض العضلى.

الساركوبلازم Sarcoplasm

وهى المادة السائلة داخل الخلية العضلية، وتحتوى على الميوجلوبين والدهون والجليكوجين والفوسفوكرياتين وATP ومئات من اللويفات تسمى الساركومير Sarcomere وهى الأساس المسئول عن عملية الانقباض.

نظرية انزلاق الفتيل

Siding Filament Theory

هى تفسير لعملية الانقباض العضلي، حيث تقصر الليفة العضلية ككل ولكن بدون تغير طول مكوناتها، وذلك عندما ترتبط الجسور المتقاطعة للمايوسين بفتيلة الأكتين فينزلق كلا الفتيلتين ليقتربا من بعضهما البعض، وتقوم رءوس المايوسين والجسور المتقاطعة بالارتباط على المواقع النشطة على فتائل الأكتين ويشكل رأس وذراع الجسر المتقاطع قوة جذب جزئية داخلية وتتجه الرأس بقوة الجذب هذه فى اتجاه الذراع وبذلك تجذب كل من الأكتين والمايوسين فى اتجاهات عكسية.

العضلة الهيكلية — Skeletal Muscle

تشكل العضلات الهيكلية الكتلة العضلية بالجسم حوالى ٤٠٪ من وزن الجسم الكلى وهى المسئولة عن اتخاذ الجسم للأوضاع والحركات المختلفة، وهى ترتبط بالهيكل العظمى بواسطة الأوتار Tendons.

الألياف البطيئة — Slow Fibers

تسمى ألياف النوع الأول Type I Fibers كما تسمى أيضا الألياف بطيئة الأكسدة Slow-Oxidative أو الألياف البطيئة Slow Twitch Fibers وتحتوى على عدد كبير من الإنزيمات وكذلك حجم كبير من الميتوكوندريا، وتحاط بعدد أكبر من الشعيرات الدموية وتركيز عال للميوجلوين ونشاط عال لإنزيمات الميتوكوندريا؛ لذلك فهى ألياف ذات سعة كبيرة للتمثيل الغذائى الهوائى ومقاومة عالية للتعب.

«العتبة الفارقة» — Threshold

هى الحد الأدنى للتنبيه العصبى الذى تستجيب له الليفة العضلية بالانقباض، ولا تستجيب الليفة العضلية إذا كانت درجة التنبيه أقل من مستوى هذه العتبة الفارقة ولكن تستجيب الليفة بأقصى انقباض لها إذا ما وصلت درجة التنبيه إلى مستوى العتبة الفارقة أو أعلى منها.

التيتين ونيبولين — Titin and Nebulin

هى عبارة عن بروتينات عملاقة تمتد على طول الساركومير من قرص Z إلى خط M وهو خط يتوسط الساركومير وترتبط به الفتائل السميكة (المايوسين) ويحتوى التيتين على مكونات مطاطة تساعد فى عودة الساركومير إلى طوله الطبيعى بعد مطه وهى تثبت امتداد الفتائل داخل الساركومير بمساعدة البروتين غير المطاط النيبولين.

التروبومايوسين — Tropomyosin

هى عبارة عن بروتينات تتخذ شكلا أنبوبيا وتلتف حول خيوط الأكتين.

التروبونين — Troponin

هو بروتين أكثر تعقيدا حيث يرتبط على مسافات منظمة على كل من خيوط الأكتين والتربومايوسين ويعمل كل من التروبونين والتروبومايوسين لتنظيم دور أيونات الكالسيوم فى الانقباض والارتخاء العضلى.

الألياف العضلية للنوع الثانى (أ) — Type II fiber a

ويطلق عليها أيضا الألياف الوسطية Inter-mediate Fibers أو الألياف سريعة الأكسدة للجليكوجين Fast - Oxidative Glycolytic Fibers.

وهذا النوع من الألياف يعتبر ذا خصائص وسطية ما بين الألياف البطيئة من النوع الأول والألياف البطيئة من النوع الثانى (ب)، وهذا النوع من الألياف يمكن أن يظهر على أنه خليط ما بين الألياف البطيئة من النوع الأول والألياف السريعة من النوع الثانى (ب) السريع وهى ألياف قابلة للتكيف تبعا لتأثير نوعية التدريب، فحينما يكون اتجاه التدريب لتنمية التحمل فإن سعتها الأكسجينية تزيد لتتساوى مع النوع البطيء الأول.

الألياف العضلية للنوع الثانى (ب) Type II Fiber b

يطلق عليها أحيانا ألياف الخلجة السريعة Fast - Twitch Fibers أو الألياف الجليكوچينية السريعة Fast - Glycolytic Fibers وهى تحتوى على عدد قليل من الميتوكوندريا، وبذلك تقل سعتها للتمثيل الغذائى الهوائى، وبالتالى تقل مقاومتها للتعب، غير أنها غنية بإنزيمات الجليكوجتيك Glycolytic Enzymers وهذا يساعدها على السعة اللاهوائية.

أنواع العضلات Type of Muscle

يوجد بجسم الإنسان ثلاثة أنواع من النسيج العضلى هى: العضلة الهيكلية Skeletal Muscle، والعضلة الناعمة Smooth Muscle، وعضلة القلب، وترتبط معظم العضلات الهيكلية بالجهاز العظمى للتحكم فى حركة الجسم.

الانقباض العضلى المتحرك (الأيزوتونى)

تقصر العضلة فى طولها مع زيادة توترها عند أداء هذا النوع من الانقباض العضلى، ويستخدم هذا الانقباض فى معظم أنواع العمل العضلى وخاصة فى حالة رفع أى أثقال ويمكن أيضا أن يطلق على هذا النوع الانقباض الدينامى Dynamnic أو الانقباض المركزى Concentric باعتبار أن العضلة تقصر فى طولها فى اتجاه مركزها.

الانقباض العضلى الثابت (الأيزومترى)

خلال الانقباض الثابت تخرج العضلة توترا إلا أنها لا تغير طولها، ويحدث هذا النوع من الانقباض العضلى أثناء أداء الأنشطة الرياضية، مثل المصارعة واتخاذ الأوضاع الثابتة المختلفة، كما فى رياضة الجمباز أو عند محاولة رفع ثقل معين لا يقوى الفرد على تحريكه أو محاولة دفع مقاومة كجدار حائط، وفى هذه الحالة يصبح فى الإمكان إنتاج قوة عضلية كبيرة دون إظهار حركة واضحة للعضلات العاملة أو للثقل الذى يحاول الفرد رفعه أو دفعه.



الفصل السادس

تدريب اللياقة العضلية

Muscular Fitness Training

- التكيف الفسيولوجى لتدريبات المقاومة.
- برامج تدريب المقاوم.
- مبادئ التأهيل بعد الإصابات.
- تنمية القوة القصوى.
- تنمية التحمل العضلى.
- تنمية القوة المميزة بالسرعة.

يهدف هذا الفصل إلى:

١- التعرف على تأثير التدريب على العضلة من حيث التغيرات البنائية والكيميائية المختلفة.

٢- تأثير التدريب على التضخم العضلى وأنواعه المختلفة.

٣- التعرف على الأجهزة والأدوات المختلفة لتنمية اللياقة العضلية والفرق بين كل منها.

٤- التعرف على أنواع الانقباضات العضلية المستخدمة فى تدريبات اللياقة العضلية ومميزات كل منها وعيوبه.

٥- التعرف على كيفية وضع وتصميم برامج اللياقة العضلية وتوزيعها على مدار الموسم التدريبى.

٦- التعرف على دور تدريبات اللياقة العضلية فى الوقاية من الإصابات الرياضية.

٧- التعرف على أهمية التوازن العضلى فى الوقاية من الإصابات الرياضية.

٨- التعرف على المراحل الأساسية للتغيرات الوظيفية التى تحدث فى العضلة خلال مراحل التأهيل المختلفة بعد الإصابة الرياضية.

٩- التعرف على كيفية تنمية القوة القصوى والتحمل العضلى والقوة المميزة بالسرعة.

يؤدى التدريب الرياضى المنتظم إلى زيادة كفاءة الجهاز العضلى، وتظهر ذلك فى شكل مقدرة العضلة على إنتاج القوة العضلية بأنواعها المختلفة الثابتة والمتحركة والقوة المتميزة بالسرعة وتحمل القوة، وسنحاول هنا عدم تكرار ما سبق نشره بقدر الإمكان حتى نقدم للقارئ مادة علمية جديدة على أن يستكمل القارئ المزيد من المعلومات من مراجعنا السابقة.

التكيف الفسيولوجى لتدريبات المقاومة

تؤدى تدريبات المقاومة إلى حدوث تغيرات فسيولوجية ومورفولوجية على مستوى الليفة العضلية وكذلك على مستوى الجهاز العصبى.

التغيرات العضلية

ترتبط التغيرات الفسيولوجية التى تحدث فى العضلة نتيجة التدريب الرياضى بالتضخم العضلى وبعض التغيرات البيوكيميائية.

التضخم العضلى Hypertrophy

يحدث التضخم العضلى تحت تأثير برامج تدريبات الأثقال نتيجة زيادة مساحة المقطع العرضى للألياف العضلية Cross - Sectional Area وهذا ما يطلق عليه مصطلح «التضخم» Hy-pertrophy، بينما يطلق على نقص مساحة المقطع العضلى والضمور العضلى «مصطلح Atrophy أو Hypotrophy» كما يحدث فى حالة الإصابات وعدم تدريب العضلة، وترجع أسباب التضخم العضلى إلى واحد أو أكثر من التغيرات التالية.

١- زيادة عدد وحجم اللويفات العضلية بكل ليفة عضلية.

٢- زيادة الحجم الكلى للمكونات الانقباضية بكل ليفة عضلية فى المايوسين والأكتين.

تتكون الليفة العضلية من القوة العضلية والقدرة العضلية والتحمل، وسوف نتناول هذه المكونات بشىء من التفصيل فيما بعد.

٣- زيادة كثافة الشعيرات الدموية فى كل ليفة عضلية.

٤- زيادة مقادير القوة للأنسجة الضامة والأوتار والأربطة بالعضلة.

وتعتبر التغيرات الثلاثة الأولى السابقة هى التغيرات التى تحدث تحت تأثير برامج تدريبات الأثقال، بينما ترتبط زيادة الشعيرات الدموية بتدريبات التحمل.

ويلعب الهرمون الذكرى التستوستيرون Testosterone دورا هاما فى نمو العضلة حيث يعتبر هو العامل المؤثر على زيادة التضخم العضلى لدى الرجل مقارنة بالمرأة إذا ما قام كل منهما بتنفيذ نفس البرنامج التدريبى، ولا يعتبر التستوستيرون هو وحده المسئول عن التضخم العضلى، بل هناك أيضاً نسبة التستوستيرون إلى هرمون الأستروجين، فكلما ارتفعت هذه النسبة زادت الكتلة العضلية.

وهناك نوعان من التضخم العضلى هما: المؤقت والدائم.

التغيرات الفسيولوجية المصاحبة لزيادة القوة العضلية

ترتبط زيادة القوة العضلية بكثير من التغيرات الفسيولوجية منها ما هو مرتبط بالعضلة ذاتها ومنها ما هو مرتبط بالتغذية العصبية للعضلة.

التضخم العضلى المؤقت Transient Hypertrophy

ويحدث نتيجة عملية الضخ التى تقوم بها العضلة أثناء الانقباض العضلى، ولكنه يكون عادة على حساب تجمع السوائل فى داخل الخلايا وبينها بالعضلة، وتأتى هذه السوائل من الدم، ويستمر وجود هذا التضخم بالعضلة لفترة قصيرة ويلجأ الرياضيون فى رياضة كمال الأجسام إلى أداء بعض التدريبات للقوة قبل إجراء استعراض العضلات للاستفادة من ظاهرة التضخم العضلى المؤقت، غير أن سرعان ما تعود العضلات إلى حجمها الطبيعى خلال ساعات من انتهاء التدريب.

التضخم الدائم Chronic Hypertrophy

ويرجع إلى زيادة حجم العضلة الناتج عن التدريب المنظم المستمر، وهذا يرجع إلى زيادة المقطع العرضى للألياف العضلية سواء من خلال زيادة مقطع الليفة العضلية الواحدة أو زيادة عدد الألياف العضلية، وقد دارت كثير من الدراسات حول مدى إمكانية زيادة عدد ألياف العضلة تحت مصطلح Hyperplasia، وقد أثبتت بعض هذه الدراسات إمكانية حدوث انقسام طولى فى بعض الألياف العضلية كما يزيد من عددها، غير أن هذه التجارب أجريت على حيوانات التجارب.

ضمور العضلة Muscle Atrophy

عندما تصبح العضلة فى حالة غير نشطة فجأة نتيجة تقييد حركاتها، فإن هذا يؤدى إلى حدوث تغيرات سريعة تبدأ خلال أول ست ساعات، حيث يقل معدل بناء البروتينات مما يقلل من حجم أنسجة العضلة وينخفض مستوى القوة بشكل كبير خلال الأسبوع الأول لتقييد حركة العضلة وبنسبة ٣-٤٪ فى اليوم، وبالإضافة إلى حدوث الضمور العضلى ينخفض مستوى النشاط العصبى العضلى فى العضلة المقيدة عن الحركة.

ويكون التأثير الأساسى للضمور العضلى على الألياف البطيئة، حيث تقل مساحة المقطع العرضى للعضلة والنسبة المئوية للألياف العضلية البطيئة، ويمكن أن تعود العضلة مرة أخرى إلى حجمها الطبيعى، غير أن فترة حدوث ذلك تزيد عن فترة تقييد حركة العضلة ، وتحدث نفس هذه التغيرات عند الانقطاع عن التدريب.

التغيرات البيوكيميائية والبنائية

يؤدى الانتظام فى برامج تدريبات التحمل إلى حدوث تغيرات بيوكيميائية وبنائية فى اللبفة العضلية وتشمل:

١- زيادة مصادر الطاقة الأساسية مثل ATP بنسبة ١٨٪ والفوسفوكرياتين بنسبة ٢٢٪ والجليكوجين بنسبة ٦٦٪.

٢- زيادة إنزيمات الطاقة اللاهوائية عن طريق الجليكوجين مثل إنزيم Phosphofructokinase (PFK).

٣- تغيرات فى نشاط إنزيمات تحويل ATP مثل مايوكينيز Myokinase والكرياتين فوسفوكرياتين Creatin Phosphokinase.

٤- زيادة بسيطة فى نشاط إنزيمات دورة كربس الهوائية.

٥- عدم تغير نوعية الألياف العضلية.

٦- نقص كثافة وحجم الميتوكوندريا نتيجة زيادة حجم اللويفات وحجم الساركوبلازم.

٧- بعض التضخم فى الألياف العضلية السريعة كما تظهر فى زيادة نسبة الألياف السريعة إلى البطيئة.

التغيرات العصبية

تتلخص التغيرات الفسيولوچية لتنمية القوة العضلة فى بعض النقاط التالية:

١- زيادة تنشيط الجهاز العصبى.

٢- تحسن تزامن Synchronization عمل الوحدات الحركية.

٣- تخفيض ردود الأفعال المنعكسة التثبيطية.

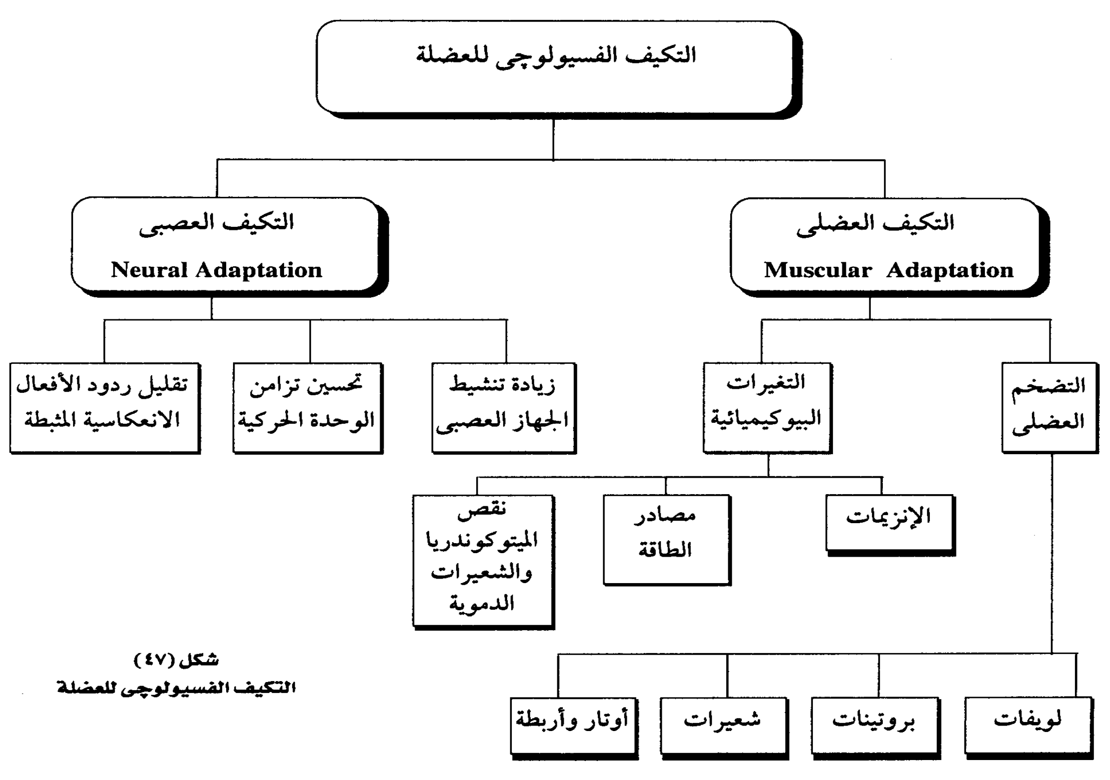
تأثير تدريبات الأثقال على تركيب الجسم

تحت تأثير تدريبات الأثقال على تركيب الجسم تحدث تغيرات تتلخص فى:

١- عدم تغير أو تغير قليل فى الوزن الكلى للجسم.

٢- نقص فى نسبة وحجم دهون الجسم.

٣- زيادة حجم الكتلة العضلية.



شكل (٤٧)
التكيف الفسيولوچى للعضلة

جدول (٢٤)

التكيف الفسيولوجى لتدريبات المقاومة

المكونات	التكيف
الألياف العضلية	زيادة فى الحجم
العدد	لا تغيير
الحجم	يزيد
النوع	غير معروف
كثافة الشعيرات	
لدى لاعبى كمال الأجسام	لا تغيير
لدى الرباعيين	تقل
الميتوكوندريا	لا تغيير
الحجم	يقل
الكثافة	تقل
إنزيمات الطاقة الفوسفاتية	
الكرياتين فوسفو كينيز	
المايوكينيز Creatin Phosphokinase Myokinase	يزيد
	يزيد
إنزيمات الجلكزة اللاهوائية	
فسفو فركتيو كينز Phosphofructiokinase	يزيد
اللاكتات دى هيدروجينيز Lactate Dyhydrogenase	لا تغيير
إنزيمات التمثيل الغذائى الهوائى	
الكربوهيدرات	يزيد
ثلاثى الجلسرين	غير معروف
مخزون الوقود داخل الليفة العضلية	
ATP	يزيد
PC	يزيد
جليكوجين	يزيد
ثلاثى الجلسرين	غير معروف
الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين	
التدريب الدائرى	يزيد
قوة الوتر	تزيد
النسيج الضام داخل العضلة	لا تغيير
العظام	
محتوى الأملاح المعدنية	يزيد
مساحة المقطع العرضى	لا تغيير

برامج تدريب المقاومة

Resistance Training Programs

تعتمد برامج تنمية كفاءة العضلة من الناحية الوظيفية لتحسين قوة العضلة وسرعتها وتحملها للعمل فى مواجهة التعب العضلى على استخدام أنواع مختلفة من المقاومات لتدريب هذه العضلة من بينها مقاومة ثقل الجسم نفسه، كما تستخدم أدوات وأجهزة (*) كثيرة ومتنوعة لتحقيق ذلك، ويتم ذلك فى شكل برامج تدريبية مختلفة تؤدى إلى حدوث تغيرات وظيفية ومورفولوجية مختلفة تتخذ اتجاه تأثير نوعية التدريب، سواء كان لتنمية القوة أو السرعة أو التحمل، وتستخدم فى ذلك أنواع مختلفة من الانقباضات العضلية، مثل الانقباضات العضلية المتحركة والثابتة ويتم ذلك فى ضوء تحليل احتياجات الحركة وتصميم البرامج الخاصة بذلك، وسوف نتعرض لكل من هذه النقاط فيما يلى:

أجهزة وأدوات تدريبات المقاومة

وتستخدم لتدريبات الانقباض العضلى الأيزوتونى (المتحرك) للأثقال الحرة والمقاومة المختلفة والبليومترى، وتستخدم فى ذلك عدة أنواع من الأدوات والأجهزة، مثل استخدام ثقل الجسم نفسه والأثقال الحرة وأجهزة المقاومة المتغيرة وأجهزة الأيزوكينتك.

الأثقال الحرة Free Weights

تشمل الأثقال الحرة كل من البارات Bar-bells والدبلز Dumbells، وعند استخدامها فى التدريب تظل المقاومة ثابتة على مدى الحركة، بمعنى أنه إذا كان وزن المقاومة ١٥ كيلو جراما فإنها دائما تظل تمثل هذا الوزن على مدى حركة المفصل، بالرغم من أن قوة العضلة وقدرتها فى التغلب على المقاومة تختلف من زاوية إلى أخرى على مدى الحركة، حيث تكون فى أقصى قوتها عند الزاوية ٩٠°، بينما تثقل تدريجيا كلما زادت أو نقصت هذه الزاوية.

المقاومة المتغيرة Variable Resistance

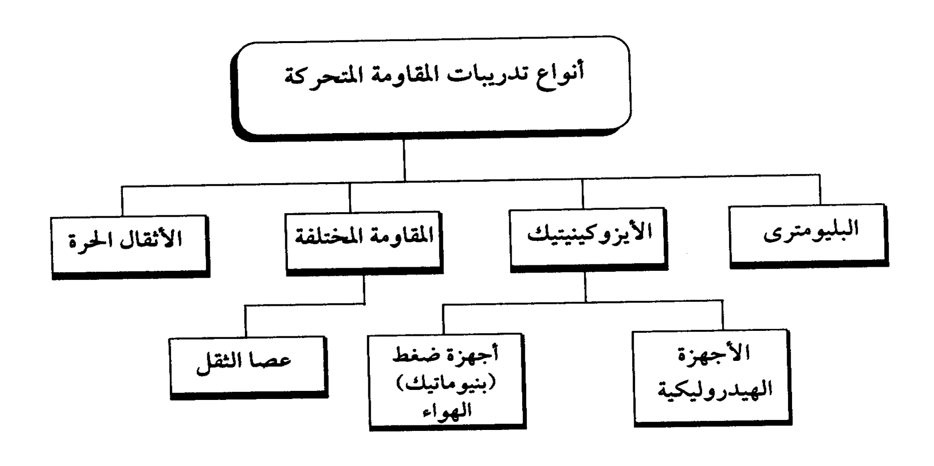
عند استخدام أجهزة المقاومة المتغيرة تقل المقاومة عند أضعف نقطة وتزيد عن أقوى نقطة على مدى الحركة، وهناك أنواع كثيرة شائعة من الأجهزة ذات المقاومة المتغيرة.

الأيزوكينتك (المشابهة للحركة) Isokinetic

تحافظ هذه الأجهزة على سرعة الحركة ثابتة، سواء كانت القوة عالية أو منخفضة فلا تتغير سرعة الحركة بتغير قوة العمل العضلى، ويستخدم لذلك الإلكترونيات الهيدروكليك (ضغط السوائل) للمحافظة على ثبات السرعة والتحكم فيها (السرعة الزاوية) من درجة صفر إلى درجة ٣٠٠ أو أكثر.

---

* للمزيد من المعلومات عن تنمية كفاءة الجهاز العضلى وتنمية القوة والتحمل يمكن الرجوع إلى محمد حسن علاوى، أبو العلا أحمد عبد الفتاح (١٩٨٤): فسيولوجيا التدريب أبو العلا عبد الفتاح (١٩٩٧): التدريب الرياضى ـ الأسس الفسيولوجية.



شكل (٤٨)
أنواع تدريبات المقاومة المتحركة

جدول (٢٥)
مقارنة بين بعض أجهزة المقاومة
عن: Corbin and Lindsey

أنواع الانقباضات العضلية	الأثقال الحرة	آلة عصا الثقل	ضغط الهواء	ضغط السوائل	الأيزوكينتك
الانقباض المركزى	+	+	+	+	+
الانقباض اللامركزى	+	+	+	−	− +
الانقباض الأيزومترى	+	+	+	+	−
مقاومة كبيرة على مدى المفصل	−	+ −	+	+	+
عزل جميع المجموعات العضلية الرئيسية	−	+ −	+	+	+
الأمان	−	+	+	+	+
المتانة	+	+	+	+	+

Resistance Training Programs

كما أن هناك أربعة أنواع من الانقباض العضلى، فهناك أيضا أربعة أنواع أساسية لبرامج تنمية القوة والتحمل باستخدام المقاومة، هذا بالإضافة إلى نوع خامس هو خليط ما بين مط العضلة وتوترها قبل الانقباض الأيزوتونى (المتحرك) وهو يسمى البليومترى Plyometrics.

البرامج الأيزوتونية Isotonic Programs

يعتبر ديلورم، وأتكينس Delorm and Watkins أول من وضعا برنامج التدريب بالمقاومة الأيزوتونى سنة ١٩٤٨ لتنمية القوة القصوى وأول من أخرجا فكرة «أقصى تكرار» «Repetition Maximum» وتعنى أقصى حمل تستطيع المجموعة العضلية حمله لعدد معين من التكرارات قبل التعب، ويعنى مصطلح (١٠) أقصى تكرار تقوم به المجموعة العضلية بتكرار التمرين ١٠ مرات بأقصى ثقل تستطيع أن تكرر العمل به لهذا العدد من التكرارات، وتؤدى هذه التكرارات فى شكل مجموعات يطلق عليها «المجموعة» مصطلح Set، وأجريت العديد من التجارب لتحديد عدد التكرارات المناسبة وعدد المجموعات، إلا أن القاعدة العامة هى إذا كان الهدف هو تنمية القوة تستخدم تمرينات متدرجة وفى أعلى مستوى ممكن من المقاومة، وهناك قانون قديم يقول:

تنمية القوة = تكرارات أقل وشدات (مقاومات) أعلى.

تنمية التحمل = تكرارات أكثر وشدات (مقاومات) منخفضة.

ويمكن تنفيذ برامج التدريب الأيزوتونى باستخدام الأثقال الحرة أو الأجهزة، كما يحتوى التدريب الأيزوتونى على كل من الانقباض العضلى المركزى Concentric والانقباض العضلى اللامركزى Eccentric، ففى حالة الانقباض المركزى تنقبض العضلة بالتقصير ضد مقاومة الجاذبية الأرضية لذلك يحدث شغل إيجابى، بينما فى الانقباض اللامركزى تنقبض العضلة بالتطويل عندما تتحرك المقاومة فى اتجاه الجاذبية الأرضية؛ وفى هذه الحالة فإن الجاذبية الأرضية هى التى تكون مسئولة عن الحركة أكثر من الانقباض العضلى، ويعتبر تأثير الانقباض بالتطويل هو إبطاء الحركة، فعند ثنى مفصل المرفق عند حمل الثقل يكون الانقباض المركزى وعند بسط المرفق وخفض الثقل يكون الانقباض اللامركزى، ويمكن أن يقوم الانقباض الأيزوتونى بإنتاج القوة لمواجهة مقاومة ثابتة أو متغيرة.

البرامج الأيزومترية Isometric Programs

قدم كل من هيتنجر ومولر ١٩٥٣ Hettinger and Muller الأسس العلمية لبرامج تدريب المقاومة الثابتة، وقد أظهرت دراستهما إمكانية تنمية القوة القصوى بمعدل حوالى ٥٪ أسبوعيا بواسطة الانقباض الأيزومترى للمجموعة العضلية لمدة ٦ ثوان بشدة ثلثى أقصى توترا ولمرة واحدة يوميا والمعدل ٥ أيام فى الأسبوع، ثم انطلقت الدراسات العلمية لتحديد أفضل أزمنة

للتوتر العضلى وتكرارات ذلك، غير أنه بصفة عامة فإن برامج هذا النوع من التدريب تختلف تماما، وعلى سبيل المثال حينما تستخدم التمرينات الأيزومترية فى برامج التأهيل فإنها تعتمد على استخدام العلاج الحرارى، وقد يحدث انخفاض فى القوة الثابتة إذا ما قيست بعد ٢٠ دقيقة من التسخين الحرارى، ثم يلى ذلك زيادة فى القوة الثابتة بعد ٣٠ دقيقة بعد إزالة الحرارة.

وهناك عاملان يجب ذكرهما بالنسبة للتدريب الأيزومترى، أولهما أن تنمية القوة لا تتم إلا فى الزاوية التى استخدمت للعمل العضلى؛ لذلك يجب الاهتمام بتنمية القوة على جميع زوايا المدى الحركى، وثانيهما يرتبط بتغيرات ضغط الدم المصاحبة.

برامج الانقباض اللامركزى Eccentric Programs

لا تستخدم برامج الانقباض اللامركزى كثيرا بواسطة المدربين، إلا أنه يمكن أيضا اكتساب القوة من خلال هذه البرامج ولا تتميز هذه البرامج، على الأنواع الأخرى فى زيادة القوة إلا أنها تستخدم فى العلاج والتأهيل، كما أنها تسبب الألم العضلى، ويؤدى التدريب المتدرج على مدى طويل تجنب عيوب هذا النوع من التدريب مما دعى مدربى أنشطة الجمباز والمصارعة الاستفادة من نتائجه مع تجنب الألم العضلى المتأخر.

برامج الأيزوكينتك Isokinetic Programs

تعتبر هذه البرامج أحدث أنواع برامج المقاومة، وهذه البرامج تؤدى إلى تحسن الأداء العضلى بدرجة كبيرة، حيث إنها تنمى القوة القصوى على مدى مسار الحركة كلها وبذلك تشارك فى العمل أكبر عدد ممكن من الوحدات الحركية.

برامج البليومترى Plyometric Programs

تعتبر هذه البرامج شكلا جديدا للانقباض العضلى المتحرك والذى أصبح شائعا فى أواخر السبعينيات وأوائل الثمانينيات لتحسن المقدرة على الوثب وليقرب الفجوة ما بين تدريبات السرعة والقوة، فهذا النوع من التدريب يستخدم معكس المطاطية Stretch Reflex لتسجيل عملية تجنيد وحدات حركية أكثر، كما أنه يركز على تحميل كل من المكونات الانقباضية والمطاطية للعضلة نظراً لكونه يعتمد على عملية انقباض لا مركزى بالتطويل يعقبه فوراً انقباض أيزومترى لإنتاج قدرة عضلية أكبر، ويعتبر المدربون السوفيت هم الرواد فى هذا المجال وقد استخدم فى إعداد متسابقى الميدان والمضمار، ومثال ذلك تمرينات الحجل لمسافات من ٣٠-١٠٠ متر، وتسمى الوثب العميق Hopping Drill Depth Jumping أو الوثب السقوطى Drop Jumping حيث يهبط الجسم فتقوم بعض عضلات الجسم بامتصاص قوة هبوط الجسم باستخدام انقباض لا مركزى ثم يليه انقباض مركزى قوى وبمجرد ما تدفع الرجل الأرض تبدأ الوثبة أو الخطوة التالية وتضيف عملية امتطاط العضلة أثناء الهبوط لمزيد من التحميل لزيادة قوة الدفع للخطوة التالية، ومن الضرورى التأكد من تنفيذ برنامج للمرونة جيدا قبل تنفيذ التدريب البليومترى، ونظراً لخطورة التدريب البليومترى يجب مراعاة بعض عوامل الأمان وتشمل:

- لا يجب استخدام هذا التدريب مع الأطفال فى مراحل النمو حتى لا يكون سبباً فى ضرر عملية نمو العظام.
- يجب أن يكون التدريب كافيا حتى لا يؤدى التدريب إلى زيادة الألم العضلى.
- يجب الحصول على موافقة الطبيب إذا ما كانت هناك إصابة سابقة قد حدثت للرياضى.
- يجب أن تكون الأرضية التى يتم تنفيذ التدريب عليها مستوية وخالية من العوائق ولا تؤدى إلى الانزلاق.
- مراعاة أن يكون الحذاء مناسبا، به مسند لقوس القدم ووسائل للتثبيت تمنع الانزلاق.
- يجب أن تكون الحواجز المستخدمة للوثب فوقها مبطنة بما يمنع إصابتها للرياضى.
- يجب الاهتمام بالتسخين العام والخاص قبل التدريب.
- يجب مراعاة أن يؤدى التدريب الرياضى فى حالة متيقظة ولا يكرر أكثر من مرتين فى الأسبوع بينهما فترة فاصلة للراحة ٤٨ ساعة ولا تزيد فترة تنفيذ التمرينات البليومترية عن ٣٠ دقيقة بحيث تشمل للمبتدئين من ٣-٤ تمرينات ولكل تمرين ٢-٣ مجموعات والتكرارات كل مجموعة من ١٠-١٥ مرة براحة بين المجموعات قدرها من ١-٢ دقيقة.

المقارنة بين البرامج

بناء على نتائج الدراسات المسحية للمقارنة بين البرامج التدريبية وبناء على نتائج Clarke يمكن تلخيص هذه المقارنة فيما يلى:

١- تعتبر التمرينات الأيزوكينيتك الأفضل من حيث الدافعية، غير أنها تحتاج إلى أجهزة خاصة.

٢- تنمى التمرينات الأيزوتونية والأيزومترية القوة العضلية ولكن بعض الدراسات فضلت التمرينات الأيزوتونية.

٣- تنمى التمرينات الأيزوتونية التحمل العضلى أفضل من التمرينات الأيزومترية، كما أن الاستشفاء بعد التمرينات الأيزوتونية أسرع منه بعد التمرينات الأيزومترية.

٤- التمرينات الأيزومترية تنمى القوة عند زاوية محدد فقط وليس على مسار مدى الحركة على العكس من التمرينات الأيزوتنية.

تصميم برامج تدريب المقاومة

حدد فلك وكرامر Flek and Kramer الخطوات التنفيذية لتصميم برنامج تدريب المقاومة فى الخطوات الرئيسية التالية:

١- تحليل المتطلبات.

٢- المتغيرات المؤقتة.

٣- المتغيرات الدائمة.

٤- النواحى الإدارية التنظيمية.

أولا: تحليل المتطلبات Needs Analysis

قبل وضع وتصميم البرنامج التدريبى يحتاج المدرب إلى القيام بتحديد متطلبات الحركة من خلال التعرف على ثلاث مجموعات رئيسية من المعلومات عن الأداء الرياضى التخصصى الذى يقوم بتصميم البرنامج التدريبى له وتشمل :

أ- الحركات المستخدمة فى التمرين Exercise Movements

يجب على المدرب تحديد الحركات الأكثر استخداماً فى الأداء الرياضى التخصصى من حيث :

- العضلات الخاصة العاملة.
- زوايا عمل المفاصل.
- نوع الانقباض العضلى.
- الأحمال المطلوبة.

ب- التمثيل الغذائى المستخدم Metabolism Used

تكون الخطوة الثانية فى التحليل هى تحديد النسب المئوية للطاقة المستخدمة فى جميع مواقف اللعب، سواء كانت لاهوائية فوسفاتية أو نظام حامض اللاكتيك أو النظام الهوائى (الأكسجين).

جدول (٢٦)

ملخص لإيجابيات وسلبيات ثلاثة أنواع من برامج التدريب

عن: Fox et al. 1989

الخصائص	الأيزوكينيتك	الأيزومترى	الأيزوتونى
معدل اكتساب القوة	ممتاز	ضعيف	جيد
معدل اكتساب التحمل	ممتاز	ضعيف	جيد
اكتساب القوة على مدى الحركة	جيد	ضعيف	جيد
زمن كل جرعة تدريب	ضعيف	ممتاز	ضعيف
التكلفة	جيد	ممتاز	جيد
سهولة الأداء	ضعيف	ممتاز	ضعيف
سهولة تحديد التدرج	ممتاز	جيد	ممتاز
التعديل لمشابهة الحركة	ممتاز	ضعيف	جيد
أقل تأثير على الألم العضلى	ممتاز	جيد	ضعيف
أقل تعرض للإصابة	ممتاز	جيد	ضعيف
الأداء المهارى	ممتاز	جيد	جيد

جـ- الوقاية من الإصابة Injury Prevention

يعتبر أحد أهداف برامج تدريبات المقاومة الأساسية هو تقوية العضلات المحيطة بالمفاصل الأكثر تعرضا للإصابة؛ لذلك يجب أن يشمل التحليل:

- معظم المواقع العامة لإمكانية حدوث الإصابة.
- مواقع الإصابات السابقة.

وبناء على التحليل السابق يستطيع المدرب أن يجد إجابات الأسئلة الأساسية:

١- ما هى المجموعات العضلية التى تحتاج إلى التدريب؟

٢- ما هى نظم الطاقة الأساسية التى يجب أن يركز على تنميتها؟

٣- ما هى نوعية الانقباض العضلى التى يجب استخدامها سواء كانت مقاومة ثابتة أم متغيرة؟

٤- ما هى المواقع الرئيسية لحدوث الإصابات فى هذا النوع من النشاط الرياضى؟

ثانيا: متغيرات البرنامج المؤقتة

Acute Program Variable

يقصد بالمتغيرات المؤقتة جميع المتغيرات التى تتطلبها جرعة التدريب الواحدة والتى تحتاج إلى اتخاذ قرارات، وتشمل هذه العملية ثلاث مجموعات من الخيارات التى يجب اتخاذ القرارات بشأنها، وبناء على تلك القرارات تتشكل الجرعة التدريبية الواحدة.

وتشمل هذه الخيارات اتخاذ القرارات بشأن تحديد ما يلى:

١- أنواع التمرينات المستخدمة من حيث أهدافها وأنواع الانقباضات العضلية المستخدمة.

٢- ترتيب التمرينات داخل جرعة التدريب، مثل اختيار مجموعات العضلات التى يتم البدء بها هل الرجلين أو العضلات الكبيرة أم العضلات الصغيرة وهل البدء من الرجلين إلى الذراعين أم العكس، ويراعى اختيار التمرينات التى تعطى تأثيرات متبادلة بين مختلف العضلات حتى تسمح بفترة كافية للاستشفاء بحيث لا تحمل نفس المجموعات العضلية وكمثال عند أداء تمرين ثنى مفصل الركبة Leg Curls لا يجب أن يلى ذلك تمرين بسط الركبة؛ لأن كلا التمرينات لعضلات الفخذ، كما يجب تدريب العضلات الكبيرة أولاً يليها العضلات الصغيرة.

٣- تحديد عدد المجموعات التدريبية، وتستخدم مجموعات من التكرارات من ٣-٦ مجموعات عادة.

٤- تحديد فترات الراحة البينية من أهم الخيارات التى يجب اتخاذ القرارات بشأنها هو تحديد طول فترات الراحة سواء بين التكرارات أو المجموعات التدريبية، وعلى سبيل المثال كلما كان الهدف تنمية القوة العظمى اعتماداً على

النظام الفوسفاتى تزداد فترات الراحة والعكس عند تنمية التحمل العضلى تقل فترات الراحة، كما تحدد فترات الراحة بين الجرعات التدريبية وعادة ما تحدد ثلاثة أيام فى الأسبوع بما يسمح بفترة من الراحة بين كل جرعة وأخرى.

ثالثا: شدة الحمل Load Intensity

تعتبر كمية المقاومة المستخدمة فى التمرين من أهم العوامل فى تدريب المقاومة، فكمية المقاومة تعنى شدة الحمل البدنى التى تشكل الاستثارة اللازمة لحدوث التغيرات التى تلاحظ عند قياس القوة أو التحمل الموضعى بالعضلة.

ونعنى هنا مقدار المقاومة وعدد تكراراتها، وتختلف تأثيرات المقاومة تبعا لمقدارها وبالتالى عدد التكرارات، وقد أكدت الدراسات أن الحمل البدنى الذى تشكل فيه المقاومة بحيث تكون تكراراتها ست مرات أو أقل بالحمل الأقصى تفيد فى تأثيرها القوة القصوى والقدرة القصوى، أما مقدار المقاومة الذى يمكن تكراره ٢٠ مرة أو أكثر فى التمرين الواحد فهو يفيد التحمل، وهناك مدى متسع بين هذه التكرارات يختلف كل منه فى تأثيره تبعاً لدرجة القوة أو التحمل المطلوب.

المعالجات الدائمة

Chronic Program Manipulations

ويقصد بالمتغيرات الدائمة تلك القرارات التى يجب اتخاذها من بين خيارات لتحديد توزيع الأحمال التدريبية على مدار موسم التدريب، وتتم هذه المعالجات من خلال ما يسمى «الدورة التدريبية» Periodization Training حيث قسمها كل من فلك وكرمر Flek and Kraemer إلى أربع مراحل فى كل دورة تدريبية، تتميز المرحلة الأولى باحتوائها على مجموعات تدريبية ذات حجم عال من المجموعات والتكرارات ولكن بشدة منخفضة، ولكن ينخفض حجم المجموعات والتكرارات وتزداد الشدة خلال المراحل الثلاث التالية، وبصفة عامة فإن المراحل الأربع يجب أن تنتقل بمرحلة راحة نشطة، حيث تستخدم شدات أقل أو أنشطة رياضية أخرى لكى تسمح للجسم بالاستشفاء الكامل من الدورة التدريبية السابقة سواء من الناحية البدنية أو العصبية، وعندما تنتقل مرحلة الراحة النشطة تكرر دورة تدريبية أخرى، وتختلف الدورات التدريبية من دورة تدريبية واحدة فى كل سنة إلى دورتين أو ثلاث دورات، وتختلف عدد المجموعات تبعا لنوع النشاط الرياضى التخصصى، غير أن المبدأ الأساسى هو التدرج فى تخفيض حجم الحمل مع التدرج فى زيادة شدة الحمل. وبصفة خاصة فإن كل مرحلة من المراحل الأربع للدورة التدريبية تركز على تنمية مكون مختلف من مكونات اللياقة العضلية.

١- **المرحلة الأولى**: التضخم العضلى Muscular Hypertrophy.

٢- **المرحلة الثانية**: القوة Strength.

٣- **المرحلة الثالثة**: القدرة Power.

٤- **المرحلة الرابعة**: قمة القوة Peak Strength.

جدول (٢٧)

الـدورة التدريبيــة للقـوة والقـدرة مع استخـدام دورتيـن فـى السـنة

عن ١٩٨٧ Flek and Kraemer

المتغيرات	مرحلة ١ التضخم	مرحلة ٢ القوة	مرحلة ٣ القدرة	مرحلة ٤ القمة	الراحة النشطة
المجموعات	٣-٥	٣-٥	٣-٥	١-٣	
التكرارات	٨-٢٠	٢-٦	٢-٣	١-٣	أنشطة عامة أو تدريبات مقاومة
الشدة	منخفضة	عالية	عالية	عالية جدا	حقيقية
الدوام	٦ أسابيع	٦ أسابيع	٦ أسابيع	٦ أسابيع	٢ أسبوع

التدريب الدائرى Circuit Training

تعتبر طريقة التدريب الدائرى من الطرق الهامة لتنمية كل مكونات اللياقة العضلية، وتتكون الدورة من ٨-١٠ تمارين يقوم الرياضى بتكرار كل تمرين لعدد معين من التكرارات خلال فترة زمنية معينة قبل الانتقال إلى منطقة أو محطة التمرين التالى، وتنتهى الدورة عندما يؤدى الرياضى جميع تمارين الدورة، ويمكن أن تحتوى الدورة على تمارين بالأثقال والمقاومة المتغيرة والتمرينات بثقل الجسم والسباحة والمطاطية وغيرها.

تصميم الدورة

يمكن للمدربين تصميم تمرينات الدورة باختيار التمرينات وتحديد فترة دوام التمرين والشدة وذلك بما يتفق مع متطلبات واحتياجات الرياضى فإذا كان التركيز على تنمية القوة العضلية، فيمكن استخدام تمرينات الأثقال والمقاومة المتغيرة وإذا كان التركيز على تنمية التحمل يزيد الحمل من حيث الحجم ويقل من حيث الشدة وفترات الراحة.

ويراعى عند تصميم الدورة ما يلى:

- تبادل العمل على المجموعات العضلية لتجنب التعب العضلى الموضعى، ويمكن البدء بعضلات الرجلين ثم الجذع ثم الذراعين ثم الرجلين وهكذا.
- تختار التمرينات التى تشابه حركات النشاط الرياضى التخصصى وتركز على المجموعات العضلية الأساسية.
- لتنمية القوة تستخدم ٦-١٠ أقصى تكرار.
- لتنمية القدرة أو التحمل يؤدى ١٢-٢٥ تكرار بأسرع ما يمكن ثم التحرك إلى المحطة التالية (أو بعد ٢٠ ثانية راحة).

- تستخدم آلات تدريب الأثقال لتجنب خطورة الإصابة.
- يتم تغيير التمرينات غير المهمة بعد عدة أسابيع لمنع الملل.
- يمكن البدء فى البرنامج التدريبى بدورة واحدة ثم التدرج إلى دورتين حتى ثلاث دورات.

مثال لدورة تدريب دائر لكرة السلة:

١- إقعاء Squats.

٢- ضغط الصدر Bench press.

٣- رفع العقبين Heal Raise.

٤- رفع الذراعين جانبا Lateral Arm Raise.

٥- ثنى الجذع من الرقود مع ثنى الركبتين Bent - Knee Sit - Ups.

٦- ثنى الذراعين Arm Curl.

٧- ثنى الرجلين Leg Curl.

٨- الشد لأسفل Pull Down.

ويجب على كل رياضى أن يحتفظ بكراسة تدريب Training Log لتسجيل الوزن، والتكرارات والزمن، ومع تقدم مستوى الرياضى يمكن زيادة الشدة بواسطة زيادة التكرارات أو الثقل أو بواسطة تقليل فترات الراحة البينية أو زيادة عدد الدورات.

يجب على كل رياضى أن يحتفظ بتسجيل لمستوى تقدمه والمجموعات والتكرارات والتاريخ.

نموذج استمارة التسجيل

اسم الرياضى:...

اسم المدرب:...

١	التمرينات Exercise	التاريخ			
		٤/٥	٤/٨	٤/١١	٤/١٤
٢	الإقعاء Squats	١٠/١٠٠	١٠/١١٠	١٠/١٢٠	١٠/١٢٠
		١٠	١٠	٨	١٠
٣	ضغط الصدر Bench Press	١٠/٨٠	١٠/٩٠	١٠/١٠٠	١٠/١٠٠
		١٠	١٠	٨	٩
٤	بسط الركبة Knee Extension	١٠/٢٥	١٠/٢٦	١٠/٣٠	١٠/٣٠
		٩	١٠	٧	٨
٥	رفع العقبين Heal Raise	١٠/٨٠	١٠/٨٥	١٠/٩٠	١٠/٩٥
		١٠	١٠	١٠	١٠
٦	ثنى الجذع من الرقود ثنى الركبة Bent-Knee Situps	٣٠	٣٥	٤٠	٤٥
		٣٠	٣٥	٤٠	٤٢

وفى حالة تكرار مجموعات تدريبية لمستوى متقدم من الرياضيين

استمارة تسجيل جرعتي تدريب

اسم الرياضى:.............................. الفريق : ....

اسم المدرب: .... التاريخ: ....

Bench ضغط الصدر	Squat إقعاء	Incline من الجلوس دفع الثقل إلى أعلى	Bench ضغط الصدر	Squat إقعاء	Incline من الجلوس دفع الثقل إلى أعلى
١٣٥ × ١٠	١٣٥ × ٨	٩٥ × ١٠	١٥٥ × ٦		١١٥ × ١٠
١٠	٨	١٠	٦		٨
١٣٥ × ١٠	١٣٥ × ٨	٩٥ × ١٠	١٥٥ × ٦		١١٥ × ٦
١٠	٨	١٠	٤		٦
١٤٥ × ٨	١٨٥ × ٨	١٠٥ × ٨	١٦٥ × ٤		١٢٥ × ٤
٧	٨	٦	٤		٣
١٤٥ × ٨	١٨٥ × ٨	١٠٥ × ٨	١٦٥ × ٤		١٢٥ × ٤
٥	٨	٦	٣		١
١٥٥ × ٦	١٨٥ × ٨	١٢٥ × ٦			
٥	٨	٤	١١٥ × ٦		
١٥٥ × ٦		١٢٥ × ٦	٨		
٤		٢	١١٥ × ٦		
١٦٥ × ٤		١٣٥ × ٤	٥		
٣		٢	١١٥ × ٦		
١٦٥ × ٢		١٣٥ × ٤	٦		
١٣٥ × ١٠		٢	١٢٥ × ٤		
١٠		٩٥ × ١٠	٣		
١٣٥ × ١٠		١٠	١٢٥ × ٤		
١٠		٩٥ × ١٠	١		
١٤٥ × ٨		١٠			
٨		١٨٥ × ٨			
١٤٥ × ٨		٨			
٨		٨			

معدل التقدم

لا تنمـو القوة بمعـدل سـريع ولكنها تنمـو بنسـبة ١-٣ ٪ فى الأسـبـوع ويمكن أن تصل إلى أقصى مـعدل ٤-٥٪ عند التدريب الشديد، كـما تنمو العضلات التى لم يسـبق لها التدريب بمعدل أسـرع، ويجب أن يتـخطـى الرياضى هضـبـات التدريب Training Plateaus، ولا يعبر عن تقدم مستوى القـوة بما يمكن تنفيذه فى أقصى تكرار لمرة واحدة 1RM لكن يمكن أن يزيد مـسـتوى القـوة العضلية فى المسـتويات الأقل من الأقصى، ويمكن للقـوة أن تزيد بمسـتوى ٥٠٪ خـلال فـتـرة ٤-٦ شهور.

الحفاظ على مستوى القوة

تشيـر الدراسات إلى أن الرياضى عـادة ما يفقد القوة خلال فـترة المنافسات؛ لذلك يجب أن يتم تنفيـذ برنامج للحفـاظ على اللياقة العـضلية بمسـتـوى عال خلال كل الموسم التـدريبى؛ ولهذا فإن تنفـيـذ جـرعة إلى جرعـتين للقوة أسـبوعـيا يحافظ على مستواها، وتفقد القوة أسرع فى حالة المرض أو الإصابات.

مبادئ التأهيل بعد الإصابات

١- التغيرات فى وظيفة وبناء العضلة

Changes in Muscle Strcture and Function

يمكن تقسيم التغيـرات الوظيفية والبنائية فى العضلة بعد الإصابة إلى ثلاث مراحل هى:

المرحلة الأولى Phase One

تتـمـيـز هذه المرحلة بالتـأثيـرات الفـورية لعـمليـات التثـبـيت Immobilization وتثبـيط Inhabitation نشـاط العـضلة، ويمكن مـلاحظة أنماط مـخـتلـفـة تبـعـا لـنمط التـثـبـيـت Immobilization.

فى حالة التـثبيت فى زاوية مـعينة للمفصل أن يتـوقـف نمـط الضـمـور العـضلى Muscle Atrophy على الطول النّسبى للـعضلة نظرا لنمط وكميـة الألياف العصبيـة من مستقـبلات المطاطية Stretch Receptors, وقد لوحظ ذلك عند تثبيت العـضلة فى حالة رخـوة فإن الضـمور العـضلى يصيـب الألياف العضـلية البطيـئة Slow Twitch (Type 1).

فى حالة عدم تثبيت أى مفصل ولكن عدم استخدامـه عامة General Disuse فإن الضمور العضلى يغلب فى الألياف العضلية السريعة Fast Twitch (Type II) ويرجع ذلك إلى عـدم قيـام هذا المريض بأداء انقبـاضات عضلية قـوية بدرجة تساعد على تجنيـد الوحدات الحركية ذات العـتبة الفارقة الـعالية High - Threshold وهى الألياف السريعة.

يحدث مزيج من الحالتين لإحداث درجات مـخـتلفة مـن الضمـور فى كـلا نوعى الأليـاف العضلية.

هناك موضوع ما زال غير واضح عن مدى إمكانية تحويل الألياف البطيئة من النوع الأول إلى الألياف السـريعة من النوع الـثانى Slow Twitch (TypeI) to Fast Twitch (Type II) ولكن هذه التـغـيـرات قد لا يكـون لها أى صـلة بالنواحى الإكلينكيـة. وتحدث تغـيرات كـبيرة فى تـركيب الأليـاف العضليـة تحت تأثيـر التنبـيه الكهـربائى Electrical Stimulation.

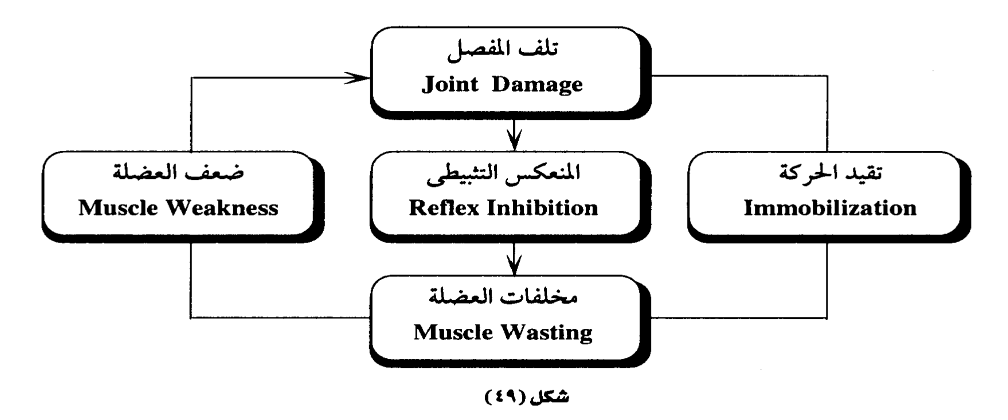
يظهر الألم Pain فى المفصل نتيجة للتثبيط الإرادى Voluntary Inhibitation لنشاط العضلة المقاطعة لهذا المفصل، وعموما ليس من الضرورى للإحساس بالألم أن نمنع نشاط العضلة. يؤدى نشاط المستقبلات الأخرى من العضلة وما يحيط به إلى نفس التأثيرات، وقد لوحظ ذلك فى التجارب على الحيوانات وكذلك على الإنسان وهذا المنع عن الحركة يؤدى إلى تثبيط بعض الوحدات الحركية والذى يوضح سبب الضمور الذى يحدث للألياف العضلية البطيئة بعد إصابة المفصل.

لا توجد علاقة مباشرة بين درجة الألم ومقدار تثبيط العضلة فى نهاية مرحلة ما بعد الجراحة وقد يكون تثبيط نشاط العضلة بنفس درجة الشدة كما فى اليوم الأول بعد الجراحة.

المرحلة الثانية Phase Two

فى خلال هذه المرحلة عندما يمكن تثبيت المريض فإن تأثير المنع من الحركة قد يستمر فى تأثيره على تركيب ووظيفة العضلة، وهناك فروق فردية ترجع إلى نمط عدم الاستخدام والتثبيت وقد لوحظ استمرار ضمور الألياف من النمط الأول عند المرضى الذين يستمر الألم معهم، وتتميز هذه المرحلة بتجميع نتائج ما فقدته العضلة Muscle Wasting الذى يحدث خلال المرحلة السابقة، وقد يصل هذا الفقد إلى حوالى ٣٠-٥٠٪ لعضلة ذات الأربع رءوس الفخذية Quad-riceps بعد إصابة الركبة.

وعادة ما يكون الضمور غالبا فى العضلة ذات الأربع رءوس الفخذية أكثر من الضمور فى الرأسين Hamstrings ولا يمكن تشخيص درجة فقد العضلة بدقة بواسطة مقاييس المحيطات باستخدام الشريط، ويرجع السبب فى ذلك إلى وجود الدهن والعظام بكمية ثابتة، فعند نقص النسيج العضلى قد يكون هناك تعويض بزيادة حجم النسيج الدهنى مما يؤثر على المحيط الكلى، وعندما يزداد حجم النسيج العضلى من خلال التدريب فلا يمكن أيضا متابعة هذه الزيادة عن طريق قياس المحيط. وبالطبع



شكل (٤٩)

ليس من السهل توافر القياس باستخدام تموجرافية الكمبيوتر Computerized Tomography ويتعين فى النواحى الطبيعة على الجسم palpation والاستنتاجات غير المباشرة المبنية على القياسات الوظيفية المعبرة عن كمية فقط العضلة.

من المهم خلال هذه المرحلة هو زوال عوامل منع الحركة، إلا أنه بالرغم من ذلك فإن التعبية المثلى Optima Recuitment بالوحدات الحركية لا يمكن تحقيقها.

لذلك فإن من الصعب تطبيق الاستشارات المناسبة لبناء بروتين العضلة والذى يجب أن يكون أحد الواجبات الأساسية خلال مرحلة التأهيل.

المرحلة الثالثة Phase Three

تبدأ هذه المرحلة عندما تستعيد العضلة الحجم الكافى من القوة والتحمل لأداء الحد الأدنى المطلوب لمختلف الأنشطة الرياضية، وتختلف الاحتياجات الوظيفية بين الأفراد؛ لذلك فإن حدود ذلك سوف تكون مختلفة، إلا أن المطلوب عامة هو تحسن تركيب العضلة ونشاطها وتحسن التحكم الحركى والتوافق.

قد يظل هناك فروق واضحة فى القوة العضلية بين جانبى الجسم والتى قد لا يمكن ملاحظتها بالتقدير الذاتى، وقد لوحظ أن هذا الفارق وصل إلى ٢٠٪ نقص أو قد يزيد عن ذلك فى الفرق ما بين قوة العضلة ذات الأربع رءوس الفخذية للعضلة المصابة مقارنة بالعضلة السليمة لدى الأشخاص الذين عادوا إلى أنشطتهم العادية ويعتبرون أنفسهم قد تم شفاؤهم كاملاً. ومن المهم ملاحظة هذا الفارق بين كلا جانبى الجسم؛ لأنه يحدث خللا فى التوازن ويمكن أن يجدد حدوث الإصابة، وتتراوح نسبة قوة عضلات خلف الفخذ (ذات الرأسين Ham-strings) إلى قوة عضلات الفخذ الأمامية (ذات الأربع رءوس Quadriceps) مدى يتراوح ما بين ٥٦,٠ إلى ٨٠,٠ وهذا المدى هو ما يعتبر المستوى الطبيعى للعلاقة بين كلتا العضلتين؛ لذلك يوصى بأن يقوم الرياضى الذى يقل عن هذا المستوى بتنفيذ برنامج لتحسين المنطقة الضعيفة وقد يؤدى هذا إلى وقايته من الإصابات بسبب ذلك، ونفس هذه النسبة توجد بين المجموعات العضلية الأخرى، وقد تختل كنتيجة لنظم التدريب، وما زالت المعلومات فقيرة عن عدم توازن العضلة Muscle Imbalance.

فى بعض أنماط الإصابات مثل إصابات مفصل القدم يعتبر نقص التحكم الحس حركى إحدى العواقب. Proprioceptive Control، وفى مثل هذه الحالات يكون الأولية فى التدريب لتنمية التحكم الحركى Motor Control والتوافق Coordination أكثر من التدريب لتنمية قوة العضلات.

وهناك حاجة ماسة لوجود مقياس موضوعى لوظيفة العضلة قبل السماح للرياضى بأداء نشاط الرياضى كاملاً، ويجب على الطبيب مراجعة طبيعة الأداء الرياضى التخصصى لهذا الرياضى، وكما سبق القول فإن التقدير الذاتى لتحديد الوظيفة غير كاف.

وتعتمد الحاجة إلى الوظيفة على الهدف من الأداء العضلى فإن كان الشخص يشارك فى أنشطة رياضية ترويحية مثل الجولف، الهرولة، أو السباحة، فإن احتياجاته تختلف عن الرياضيين

ذوى المستويات العليا؛ لذلك فإن الرياضيين الذين يشاركون فى أنشطة رياضية تحتاج إلى أداء حركى عال أو مرتفع الشدة مثل الرمى والوثب والجمباز يحتاجون إلى برنامج تأهيل خاص.

الأوجه الأساسية للعلاج

Principal Aspects of Treatment

يجب التأكيد على أن مراحل العلاج الثلاث لا تعتبر مراحل منفصلة، ولكنها قد تكون مراحل متداخلة.

المرحلة الأولى Phase one

يجب التركيز فى المرحلة الأولى على تقليل أو إزالة أى التثبيط الانعكاسى Reflex Inhibition ويمكن تقليل عوامل مثل الألم، أو تصلب المفصل Joint Effusion أو الالتهاب Inflammation باستخدام التدابير العلاجية المناسبة.

يجب أداء التدريب فى مدى الحركة الخالى من الألم، وتساعد أساليب التخدير الوصفى Local Anaesthesia والمسكنات Analgesics أو استخدام تنبيه العصب عبر الجلد TNS (Transcutaneous Nerve Stimulation)، وعموما فإن هناك عوامل أخرى لا ترتبط بإحساس الألم قد تسبب منع الحركة Inhibition وتعيق blocking الإشارات العصبية الحسية Afferentd Impluses لها تأثير إيجابى أيضا فى هذه الحالة.

ويمكن استخدام التنبيه الكهربائى للوصول إلى إنجاز أكثر من النشاط الإرادى للعضلة خلال مرحلة التثبيت، ويصاحب التنبيه الكهربائى تنشيط مشابه إرادى للعضلة للوصول إلى التأثير المثالى على العضلة، وبذلك يمكن للإشارات العصبية الحسية الصادرة من العضلة نتيجة التنبيه الكهربائى أن تكون لها تأثير تنبيهى للعصب خلال الجلد TNS مع تقليل منع الحركة، كما أن التنبيه الكهربائى يمكن أن يحسن التثبيط الإرادى للعضلة، كما أن له تأثيرا نفسيا لدى بعض الأفراد المترددين فى إنتاج الانقباض العضلى الأقصى، وأثبتت الخبرة الإكلينيكية أن استخدام مزيج من التنبيه الكهربائى والانقباض العضلى الإرادى المتزامن للعضلة ذات الأربع رءوس الفخذية أثناء التثبيت بعد العملية الجراحية Anterior Cruciate Ligament Surgery يمكن أن يؤدى إلى تقليل استعادة قوة العضلة أكثر من استخدام الانقباض الإرادى فقط.

كما يقل أيضا فاقد النسيج العضلى كما يقاس بالتموجرافيا بالكمبيوتر Computerized Tomography، كما أن هذا النوع من التنبيه الكهربائى يمكن أن يحد من نقص مساحة الألياف العضلية من النمط الأول والنشاط الإنزيمى للعضلة خلال فترة التثبيت.

عند استخدام التنبيه الكهربائى من المهم استخدام الأسلوب المناسب بحيث يكون معدل الذبذبات حوالى ٣٠ هرتز، ولا تؤدى فترة التنبيه إلى التعب وتكون الإستثارة على درجة شدة عالية بدرجة كافية ولا يفيد استخدام تنبيه كهربائى عال جداً التردد High Frequencies (2500 hz) كما يستخدم تنبيه ذو تيار ثابت.

وعند التثبيت يستخدم الانقباض الأيزومترى، ولفترات زمنية قصيرة (عدة ثوان) بين كل انقباض وآخر، ويستمر حمل التمثيل الغذائى الكلى عاليا لأكثر من عدة دقائق، وبهذه الطريقة يمكن أيضا الوصول إلى تأثيرات تدريب التحمل ويظهر ذلك على وظائف الميتوكوندريا.

إذا كانت عملية التثبيت تسمح بالنشاط الحركى يمكن استخدام التدريبات الحركية للوقاية من نقص القوة للعضلة وكذلك التحمل، هذا بالإضافة إلى جانب الحفاظ على مرونة المفاصل، فمن الأسهل أيضا استخدام برنامج تدريب يهدف إلى الحفاظ على نمط التعبئة الحركية Pattern Motor Recruitment، وعندما يفسر نمط التجنيد الحركى يمكن استخدام أساليب تكنيكية مختلفة للحصول على نمط أفضل لتجنيد الوحدات الحركية، ومثال على ذلك طريقة التسهيل العصبى العضلى الحسى Proprioceptive Neuromuscular Facilitartion (PNF) وذلك فى حالة ما إذا كان من الممكن استخدام المدى الكامل للمفصل، ويكون التركيز على تحقيق التنشيط العصبى للعضلة بحيث تكون تأثيرات التدريب خاصة بنوع الرياضة؛ لذلك من المهم أن يكون التمرين على مدى حركة المفصل بالكامل مع التركيز على المناطق الضعيفة.

المرحلة الثانية Phase Two

فى هذه المرحلة يجب أن يكون تركيز العلاج على استعادة كتلة العضلة، وقبل التمكن من تحقيق ذلك من المهم التأكد من عدم وجود تأثيرات أساسية لمنع الحركة، وأن هناك تجنيدا حركيا كافيا بحيث يمكن للجزء الرئيسى للعضلة الوصول إلى أقصى انقباض إرادى، ويجب افتراض أن التنبيه لزيادة بناء البروتين يؤدى إلى زيادة كتلة العضلة ويتحقق ذلك من خلال استخدام أساليب التدريب المختلفة.

وقد ازداد الاهتمام فى السنوات الأخيرة باستخدام أجهزة التدريب الأيزوكينتك Isokinetic Devices، وتعتبر القاعدة الأساسية أن القوة تختلف من السرعة البطيئة إلى السريعة، ويمكن استخدام الشدات الأقل من القصوى ثم القصوى وتجنب التحميل الزائد Over loading مع ملاحظة أن حركة العودة يمكن أن تكون بالتحميل أو بدون التحميل، وعندما يكون العمل بالانقباض المركزى Concentric يمكن أن تكون هناك خطورة عند زيادة التحميل فى حركة العودة أو الانقباض اللامركزى Eccentric كما فى تدريب الأثقال، ويجب ملاحظة ذلك. ومع زيادة السرعة فإن الجهد المبذول سوف يقل، وبالتالى يقل جهد الضغط على أسطح المفاصل ويقل توتر الأوتار والأربطة. ويمكن أن يفيد التمرين بالسرعة العالية فى بعض الحالات، وسوف يسمح ببعض التدريب الخاص للوحدات الحركية السريعة، وقد ثبت أن تأثيرات التدريبات ذات السرعة العالية يمكن أن تزيد القوة فى السرعة الزاوية البطيئة، كما أن التدريب بالسرعة البطيئة له تأثير أقل على الأداء بالسرعات العالية، وسوف تختلف هذه الخاصية فى برنامج التدريب تبعا لمختلف مراحل التأهيل، وتساعد تدريبات السرعة على تقليل الضمور فى الألياف السريعة.

إحـدى الفـوائد الأخـرى للتـدريب بنظام الأيزوكينتك هى إمكانية تحقيق أقصى مقاومة على المدى الكامل للحـركـة؛ لذلك فـالشـغل الكلى يصـبح أكـبر من التـدريب باسـتـخدام الأثقـال Weight Training، وقـد أثـبـتت العـديد من الدراسـات تفـوق تأثيـر برنـامج التـدريب الأيزوكينتك مـقارنة بتدريب الأثقـال، وفى تجربة عن استـخدام برنامج للتدريـب الأيزوكينتك لمدة تزيد على ٦-٨ أسـابيـع أمكن تحـقـيق زيادة فى القـوة العضليـة بنسبـة حوالى ٢٥٪ فى الجـانب المصاب لبسط الركبة وثنى الركبة. وهناك كثير من العوامل التى تفسر مـثل هذه الزيادة، منها تحسين التنشيط العـصبى Neural Activation كنتيـجة لتـقليل التـأثير التـثـبـيطى وإلى تضخـم الليفـة العضلية.

وعموما يمكن تحسين تأثير التدريب بالأثقال بتطبيق المبادئ البيوميكانيكية.

ويجب مـلاحظة أن التدريب الأيزوكنتـيك هو الوحيد الذى يعطى إمكانية اسـتخدام المقاومة الأقـصى أثناء الحـركة ويـجب إضافـة التـدريب الأيزومترى.

التدريب اللامـركزى Eccentric Training جذب الاهتـمام خلال الفـترة الأخيرة وكـما هو مـعـروف أن الجـهـد المبـذول أثناء الانقـبـاض اللامركـزى أكبـر من الانقباض المـركزى؛ لذلك فـهذا الـتدريب أفـضل فى تنبـيـه بناء البـروتين واستعادة كتلة العضلة، ويجب مراعاة أن التحميل الزائد أثناء العـمل اللامركـزى يمكن بسهـولة أن يسـبب تلفـا فى العـضلة والألم لعـدة أيام بعـد التـدريب، ويجب أن يتم اسـتـخـدام التـدريب اللامركزى بحذر وعناية وخاصة فى الحالات غير المدربة.

تبعـا لنوع ضمـور العضلـة يتم استـخدام تركـيـزات مختلفة لأنواع مـخـتلفـة من نظم التدريب:

* إذا كـان الهـدف هو الوصـول بتـأثيـر التدريب إلى الوحدات الحركية عالية العتبة الفارقة يجب استخدام شدات عالية لكى تعبىء الوحدات الحركية، وذلك من خلال دفعـات قصيرة لتجنب التعب.

* إذا كان الهـدف التركيـز على الوحدات الحركيـة ذات العتبة الفارقـة المتخصصة يسـتخدم تكرارات بشـدات أقل من الأقـصى لتـحـسين عـمليـات التمـثـيل الغـذائى والتكيف للأليـاف العضلية البطيئة.

ولشـفاء العـضلة الكامل يجب اسـتـخـدام أنماط مختلفة من برامج التدريب.

وقـد يؤدى التـركـيز علـى برنامج تدريبى خاص إلى تأثيرات سالبـة، ومثال على ذلك عند التركيز بقوة كبيرة على تدريبات القوة ذات الشدة المرتفـعة فـإن ذلك قـد يؤدى إلى تحـديد شفـاء الشعيرات الدموية Capillarization وسعة إنزيمات الأكـسدة الضـرورية لأداء التـحمل، ومـثل هذا التـدريـب قـد يؤدى إلى زيادة حـجـم الأليـاف العضلية ولكن ليس الشعيرات الدموية.

فى بعض الحالات المعـنية مثل بعـد إصابة مفصل القدم حينما يكون فقد الشخص منعكسات

الإحساس الحركية Proprioceptor Reflexes هو المشكلة الرئيسية، فإن تدريبات التوافق هى التى تلعب الدور الأكبر ويجب أيضا استخدام تدريبات المطاطية وتعطى تمرينات PNF أفضل نتائج، ويفيد استخدام تمرينات المطاطية البطيئة لزيادة مدى الحركة، وتستخدم هذه التمرينات أثناء التسخين ، وعادة يفضل استخدام تمرينات المطاطية إلى جانب تمرينات القوة نظراً لأن زيادة القوة تقلل مدى الحركة .

المرحلة الثالثة Phase Three

يهدف برنامج التدريب خلال هذه المرحلة إلى المحافظة على نمو الوظائف الحركية، ويجب الاستمرار فى ذلك ولكن مع التركيز بدرجة أكثر على التدريبات الخاصة بنوع النشاط الرياضى التخصصى، ويجب أن يحتوى برنامج التدريب على استخدام التمرينات الخاصة الموجهة نحو احتياجات النشاط الرياضى التخصصى، ويجب أيضاً أن يحتوى البرنامج على تمرينات التوافق .

جدول (٢٨)

ملخص التغيرات البنائية والوظيفية للعضلة بعد الإصابة

الأولى	الثانية	الثالثة
١ - التأثيرات الفورية للتثبيت والتثبيط Immobilization - ضمور العضلة وأنماطه المختلفة: - للألياف البطيئة Slow Twitch (Type 2). - للدرجات المختلفة للمزج. ٢ - الألم الذى يؤدى إلى التثبيط الإرادى. - لا توجد علاقة بين درجة الألم ودرجة التثبيط. ٣-التثبيط الانعكاسى Reflex Inhibitation. ٤- مدى إمكانية تحول الألياف البطيئة من النمط الأول إلى الألياف السريعة من النمط الثانى.	١ - استمرار تأثير التثبيت والتثبيط. ٢- استمرار ضمور الألياف البطيئة (١) المصاحب للألم. ٣- فقد النسيج العضلى لأكثر من ٣٠-٥٠٪. ٤ - عدم دقة مقاييس المحيطات لتحديد درجة الفقد. ٥- الاستعانة بالجس والاختبارات الوظيفية لصعوبة استخدام الطموجرافيا بالكمبيوتر. التثبيط Computerized Tomography. ٦- أهمية التخلص من عوامل التثبيط. ٧- صعوبة استثارة بناء بروتين العضلة.	١ - بداية استعادة القوة والتحمل للأنشطة الوظيفية. ٢- الحاجة إلى تحسين بناء العضلة ونشاطها والتحكم الحركى والتوافق. ٣- عدم التوازن العضلى Muscle Imbalance وفروق جانبى الجسم تصل ٢٠٪. ٤- مراعاة النسب الطبيعية للعضلات الأمامية والخلفية (٦٠-٨٠٪ من الأمامية). ٥- الحاجة إلى التحكم الحس حركى أكثر أهمية من القوة فى بعض الإصابات مثل إصابات مفصل القدم. ٦- الحاجة إلى مقياس موضعى لوظيفة العضلة. ٧-على الطبيب مراجعة طبيعة الأداء الرياضى التخصصى. ٨- تحديد الهدف للوظيفة ترويحى أم تنافسى.

Strength and Muscle Balance

قد يكون عدم توازن القوة المميزة بالسرعة بين مجموعتين من العضلات أحد العوامل المحددة لتنمية السرعة؛ لذلك يجب إجراء اختبارات لمقارنة مستوى القوة العضلية، للمجموعات العضلة المضادة حيث إن الحفاظ على هذا التوازن يساعد فى الوقاية من الإصابات كما يعمل على إمكانية تحقيق أقصى سرعة للانقباض العضلى والارتخاء، وعدم الاهتمام بذلك فإن عدم التوازن بين المجموعات العضلية يمكن أن يقلل من مستوى النتائج كما يعرض الرياضى للإصابة.

نسبة قوة ضغط الرجلين إلى وزن الجسم

Leg Press/ Body Weight Ratio

تشير نسبة قوة الضغط بالرجلين إلى وزن الجسم إلى مدى إمكانية تحريك الرياضى جسمه بسرعات عالية، وهذه النسبة لها أهمية فى سرعة الأداء الحركى للمسافات القصيرة، وتعتبر النسبة الأفضل هى ٢,٥ : ١ بمعنى أن مستوى قوة الضغط بالرجلين يزيد عن وزن الجسم مرتين ونصف، وإذا قلت عن هذا يجب تعديل برنامج التدريب لتنمية قوة الرجلين.

اختبار قوة الرجلين Leg Strength Test

يعتبر تمرين ثنى الركبتين كاملا Squat أكثر اختبارات الرجلين الوظيفية للحكم على مستوى متسابقى العدو والوثب، ويعتبر أفضل مستوى لأداء التمرين مرة واحدة بأقصى ثقل (IRM.)

* للذكور الرياضيين = ٢ × وزن الجسم.
* للإناث الرياضيات =

١,٥ × وزن الجسم.

نسبة قوة العضلات الخلفية إلى الأمامية للفخذ

Hamstring Quadriceps Strength

يتم تسجيل أقصى تكرار لمرة واحدة (IRM) لكل رجل لتمرين ثنى الركبة من الرقود على البطن فوق جهاز المقاومة Leg Curl extension وكذلك يتم تسجيل أقصى تكرار لمرة واحدة (IRM) لكل رجل للعضلات الأمامية للفخذ بتمرين بسط الركبة من الجلوس فوق جهاز المقاومة ثم نقوم بقسمه ناتج ثنى الركبة على بسط الركبة، وهنا يجب أن تكون نسبة ثنى الركبة إلى وسط الركبة بما لا يقل عن ٨٠٪، وإذا ما كان الناتج أقل من ذلك فيجب زيادة العناية بتدريب العضلات الخلفية للفخذ Hamstring لتقليل فرص حدوث الإصابة، وعادة لا يجب أن تقل النسبة عن ٧٥٪

ضغط الصدر Bench Press

وهذا التمرين يعتبر اختبارا لقوة أعلى للجسم، وغالبا ما تختلف القوة القصوى لهذا الجزء بين الأنشطة الرياضية المختلفة؛ لذلك فليس هناك حاجة كبيرة لاختبارها ولكنها يجب أن تكون للرياضيين الذكور = ١,٢٥ × وزن الجسم.

للرياضيات الإناث = ٠,٨ × وزن الجسم.

لا يجب أن يكون هناك فرق بين قوة كل من العضلات التى للطرف الأيمن عن الطرف الأيسر أكثر من ١٠٪.

- العضلات الباسطة للفخذ Hamstrings.
- ذات الأربع رءوس الفخذية Quadriceps.
- القابضة للأذرع (ذات الرأسية العضدية) Arm Curl.
- الضغط بإحدى الذراعين One Arm Militry Press.
- الضغط برجل واحدة Single Leg Press.

ويجب أن يتم إجراء اختبارات قوة المجموعات العضلية حول المفاصل المختلفة ودراسة نسبتها بضعها البعض وتعديل برامج التدريب لتنمية القوة العضلية حتى تصل إلى تلك النسب المثالية المذكورة فى الجدول، وبذلك يمكن وقاية الرياضى من الإصابات الرياضية بسبب عدم التوازن العضلى.

تنمية القوة القصوى (*)

تعرف القوة العضلية من الناحية الفسيولوجية بأنها أقصى قوة يمكن أن تنتجها العضلة، ويمكن للفرد خلال فترة من ٣-٦ أشهر أن يزيد من مستوى قوته بنسبة ٢٥- ١٠٠٪ أو أكثر.

هناك أسلوبان للتأثير على تنمية القوة القصوى فى التدريب الحديث أحدهما من خلال

جدول (٢٩)
مقادير نسبة المجموعات العضلية المضادة

الأولى	الثانية	الأولى
القدم	البسط / القبض **Plantar Flexion/ dorsi flaxion**	٣ : ١
القدم	التدوير الداخلى / التدوير للخارج **Inversion/ eversion**	١ : ١
الركبة	البسط / القبض **Extension / Flexion**	٣ : ٢
الفخذ	القبض إلى البسط **Flexion / Extension**	١ : ١
الكتف	القبض إلى البسط **Flexion / Extension**	٢ : ٣
المرفق	القبض إلى البسط **Flexion / Extension**	١ : ١
الجذع	القبض إلى البسط **Flexion / Extension**	١ : ١

(*) للمزيد حول هذا الموضوع يرجع إلى كتاب «التدريب الرياضى ـ الأسس الفسيولوجية». تأليف أبو العلا أحمد عبد الفتاح ـ دار الفكر العربى.

تحسين آليات التنظيم العصبى، وثانيهما من خلال زيادة مساحة المقطع العرضى للعضلة.

تحسين آليات التنظيم العصبى

تنمو القوة العضلية من خلال تحسين آليات التنظيم العصبى وتشمل التنبيه العصبى والتوافق العصبى الداخلى بين ألياف ووحدات العضلة الواحدة والتوافق العصبى الخارجى بين المجموعات العضلية، وخلال هذا الأسلوب تنمو أيضا سعة وحركية نظام الطاقة الفوسفاتى، ولا تنمو القوة بهذا الأسلوب على حساب زيادة الكتلة العضلية، ولكن يحدث التكيف الفسيولوجى بناء على تحسن عمليات تجنيد نوعيات الألياف العضلية المشاركة فى الانقباض العضلى من النوع الأول والثانى، وكذلك تنمية خصائص وتزامن نشاط الوحدات الحركية وزيادة مخزون مصادر الطاقة الفوسفاتية ATP و PC فى العضلات وكذلك إنزيمات الطاقة اللاهوائية، وهذا النوع يحدث عادة خلال الأسابيع الأولى للتدريب ، كما يعتبر هو العامل الأساسى لنمو القوة لدى الأطفال والسيدات.

زيادة المقطع العرضى للعضلة

تنمو القوة العضلية هنا على حساب زيادة المقطع العرضى وهذا يتطلب أن تصمم التمرينات التى تؤدى إلى إنشطار الألياف العضلية وزيادة محتوياتها من البروتينات (الاكتين والمايوسين).

ويرتبط استخدام أى من الأسلوبين بنوعية النشاط الرياضى التخصصى، وعلى سبيل المثال فى أنشطة التصنيف تبعا للوزن مثل رفع الأثقال والمصارعة والملاكمة، فإن الأسلوب الأول (العصبى) هو الأفضل لعدم التأثير على الوزن نتيجة زيادة الكتلة العضلية كما فى الأسلوب الثانى، بينما فى بعض الأنشطة الأخرى يمكن أن تكون زيادة الوزن على حساب الكتلة العضلية مطلوبا مثل أنشطة الرمى (مطرقة - قرص - جلة) فيستخدم الأسلوب الثانى، وهناك أنشطة رياضية أخرى تتطلب مزيجا من كلا الأسلوبين مثل العدو والتجديف، وتستخدم أنواع الانقباضات العضلية المختلفة لتنمية القوة العضلية لتوزيع النسب المئوية كما موضح فى الجدول التالى:

وعندما يكون الهدف هو تنمية القوة بأسلوب زيادة المقطع العرضى يتم زيادة حجم حمل التدريب بنسبة ٣٠- ٣٥٪ ويقل أيضا حجم تدريبات الأيزومترى واللامركزى والأيزوكينتك، بمعنى أن يزيد الاعتماد على الانقباض المتحرك المركزى، وهذا على العكس إذا ما كان الهدف تنمية القوة العضلية على حساب تحسين التوافق بين الألياف وبين العضلات، حيث يزيد حجم التمرينات اللامركزية والأيزوكينتيك بنسبة ١٠-١٥٪، وتكون بتقليل حجم التمرينات المركزية والأيزومترية.

جدول (٣٠)
النسبة المئوية لمساهمة أنواع الانقباضات العضلية فى تنمية القوة

مركزى٪	لا مركزى ٪	أيزومترى ٪	أيزوتونك٪
٣٥-٤٠	١٥-٢٠	١٠-١٥	١٠-١٥

تنمية القوة القصوى بدون زيادة المقطع العرضى

عند استخدام الانقباض العضلى المركزى تتراوح شدة المقاومة من ٥٠-٦٠٪ حتى ٩٠-١٠٠٪ من مستوى القوة القصوى، وعند استخدام الانقباض اللامركزى تتراوح المقاومة ما بين ٧٠-٨٠ حتى ١٢٠-١٣٠٪، ويجب ملاحظة أن استخدام مستويات المقاومة القصوى أو القريبة منها يمكن أن يحسن توافق عمل الألياف العضلية داخل العضلة ولكن يقل تأثيره على توافق عمل العضلات، ويعتبر التوقيت المثالى للحركة هو ١,٥ ـ ٢,٥ ثانية لكل مرة وفى الانقباض الأيزومترى تكون فترة الانقباض العضلى ٣-٥ ثانية.

عدد مرات تكرار التمرين يحددها مقدار المقاومة، فعندما تكون المقاومة ٩٠-١٠٠٪ من القوة القصوى تكون التكرارات من ١-٣، وتعنى زيادة التكرارات انخفاض المقاومة، ففى حالة ما تكون المقاومة على سبيل المثال ٥٠-٦٠ ٪ تزيد عدد مرات التكرارات، وتكون الراحة بين المجموعات كبيرة ٢-٦ دقائق، بما يسمح ببناء المركبات الفوسفاتية المسئولة عن الطاقة، ويمكن أن تكون الراحة إيجابية باستخدام تمرينات للارتخاء والمطاطية أو التدليك الذاتى.

تنمية القوة القصوى بزيادة المقطع العرضى

عند استخدام التدريب الأيزومترى يحدث التأثير الفعال لدى الرياضيين ذوى المستويات العليا بعد تخطيه العتبة الفارقة للانقباض المؤثر وهى ٧٠٪ من القوة القصوى، ويصل التأثير إلى أقصى مستوى له عند مستوى ٩٠-١٠٠٪ من القوة القصوى.

لا تستخدم سرعة عالية فى الأداء بحيث يكون زمن أداء الحركة فى التمرين من ٣-٦ ثانية، وعند استخدام أحجام كبيرة بهدف تنمية المقطع العرضى تستخدم الحركات فى توقيت بطىء، ويمكن أن يكون لهذا النوع من التدريب تأثيرا سلبيا على انخفاض خصائص السرعة فى الألياف السريعة من النوع الثانى (ب) وهى أسرع أنواع الألياف العضلية واختلال التوافق العصبى الداخلى بين الألياف العضلية، وإذا ما روعى ذلك يمكن لتنمية القوة العظمى أن تكون قاعدة جيدة لتنمية القوة المميزة بالسرعة، ويجب أن يؤدى التمرين إلى استخدام مصادر الطاقة الفوسفاتية ATP و PC والبروتينات الوظيفية (اللويفات وما بداخلها)، ويتم حدوث هذا التأثير إذا ما استمرت شدة الأداء لفترة ٢٥-٣٥ ثانية، وبهذا تكون العضلة قد اعتمدت فى إنتاج الطاقة على المصدر الفوسفاتى، وإذا كانت فترة العمل أقل من ٥-١٠ ثانية، فإن ذلك يؤدى إلى سرعة استشفاء ATP وبذلك لا يحدث أى استهلاك للبروتين الوظيفى والبنائى.

إذا ما استمر العمل أكثر من ٤٥ ثانية فإن مصادر الطاقة تتجه للاعتماد على الجليكوجين المخزون بالعضلة ويقل الاعتماد على البروتين ويتم استعادة بناء البروتين فى بداية فترة

الاستشفاء حتى الوصول إلى مرحلة التعويض الزائد، ويعتبر تكرار العمل فى هذه المرحلة استثارة لزيادة حجم الكتلة العضلية.

عند استخدام التمرينات المتحركة تكون السرعة عند أداء الانقباض المركزى ضعف الانقباض اللامركزى، ومثال على ذلك عند رفع الثقل يكون الزمن ١-١,٥ ثانية ولكن هبوط الثقل يستغرق ٢-٣ ثانية، وبهذا الشكل تتم حركة التمرين فى زمن ٣-٤,٥ ثانية وبذلك فإن تكرارات التمرين ١٠ مرات تستغرق فترة ٣٠-٤٥ ثانية.

وبالنسبة لعدد التكرارات لزيادة المقطع العرضى يعتبر أفضل تكرارات هو ما بين ٦-١٢ تكرارا.

تصل العضلة إلى أقصى انقباض عضلى ثابت لها خلال فترة ١-٢ ثانية، وكلما زاد حجم العضلة زادت فترة الوصول إلى أقصى إنتاجية؛ ولذلك يجب أن تكون فترة العمل للعضلات الصغيرة قصيرة وتكون أطول للعضلات الكبيرة من ٧-٨ ثانية، وعند استخدام التدريب الأيزوكينتك فإن أفضل عدد للتكرارات هو العدد الذى يشابه توقيت الأداء حيث يحقق التدريب الأيزوكينتيك زيادة فى سرعة الأداء ٢٠-٣٠ ٪ مقارنة بتنمية القوة عن طريق التنظيم العصبى ويتراوح ما بين ١-٣ دقيقة وتكون الراحة سلبية، كما يمكن أن تصل فترة الراحة إلى ٤-٥ دقيقة لتحقيق الاستشفاء.

وهذه الفترة من الراحة تستخدم فى حالة زيادة عدد التكرارات (١٠-١٢) ووصول زمن الأداء الكلى للتمرين ٤٠-٥٠ ثانية، أما عندما تكون التكرارات قليلة نسبيا ٤-٦ مرة فتكون فترة راحة ٣٠-٤٠ ثانية.

مثال:

١- ٦ تكرارات ومقاومة ٩٠٪ استمرار الحركة على ثانية (الزمن الكلى ١٨ ثانية) الراحة ٣٠ ثانية.

٢- ٥ تكرارات ومقاومة ٨٥٪ (١٥ ثانية) راحة ٣٠ ثانية.

٣- ٤ تكرارات ومقاومة ٨٠٪ (١٢ ثانية).

ويجب مراعاة أنه فى المجال التطبيقى ينتشر استخدام برامج التدريب التى تعمل على تنمية كل من كتلة العضلة والتوافق العصبى فى نفس الوقت، وفى هذه الحالة تستخدم ترتيبات التأثيرات بحيث يكون أول تمرينين موجهين لتنمية التنظيم العصبى والتوافق الداخلى والخارجى ويكون التمرين الثالث لتنمية مقطع العضلة.

تنمية التحمل العضلى Muscular Endurance

يلعب التحمل العضلى دورا هاما فى بعض الأنشطة التى تتطلب مقاومة عالية للتعب مثل العدو ٢٠٠، ٤٠٠ متر والسباحة ١٠٠، ٢٠٠ متر، والجمباز وغيرها من الأنشطة الرياضية، ويعتمد مستوى التحمل العضلى على كل من سعة وكفاءة واقتصاديات الإمداد بالطاقة وكذلك مستوى القوة القصوى، غير أنه عادة حينما توضع برامج التنمية لنظم الطاقة لا تستهدف بالدرجة الأولى التحمل العضلى؛ لذلك فإن الحاجة تدعو إلى وضع برامج تدريبية تصمم فيها

التمـرينـات بشكل يشبـه المكونـات الداخليـة والخارجـية لطبيـعة الحـركات فى الأداء الرياضى التخـصصى؛ لذلك فـإن اختـيار نوعـية وشكل التمرينات المسـتخدمة يحدده طبـيعة وشكل الأداء الرياضى المستهدف، ومـثال على ذلك فى رياضة السباحـة تتطلب طبيعة الأداء استـخدام التدريب الأيزوتونى المركـزى واللامـركـزى، بيـنمـا فى المصـارعة تسـتخدم كل من الانـقباضى المـركزى واللامركزى بالإضافة إلى الانقباض الأيزومترى، ويمكن أن تستخدم أساليب التـمرينات السابقة أما بطريقـة تدريب المراحل أو التـدريب المسـتـمـر، فطريقة تدريب المراحل (الفتـرى) تعتمد على أداء التمرينات يتخللها فـترات راحة بمعنى فترات أداء يعقبـها فترات راحـة، بينما التدريب المسـتمر هو استمرارية الأداء دون فترات راحة بينية.

مثال على التدريب بطريقة المراحل:

٤-٦ تكرارات للتمـرين × ١٠-١٥ ثانية مع راحة بين المجموعات ٢-٣ دقيقة.

ويستخدم فى بعض الأنشطة نوع معين من المقـاومـات، مـثل الجـرى فى الـرمل أو على المدرجات، وفى السباحة يمـكن استخدام تدريبات السباحة ضد مقاومة الحبل المطاط أو استخدام أى وسـائل مـقاومـة أو اسـتـخدام زعـانف اليـدين الكبيرة، والمصارعة يمكن استخدام شواخص ثقيلة أو لخطفات مع مصارعين أثقل وزناً.

وعادة ما تكون المقاومة المسـتخدمة متساوية أو تزيد قليـلاً عن نفس المقـاومة التى يواجـهـهـا الرياضى خلال المنافسة، وعلى سـبيل المثال فعند تدريب السـباحين ولاعـبى التجـديف تسـتخدم أجهـزة المقاومة بشدة تتـراوح ما بين ٥٠-٦٠٪ من الحـد الأقصى، وعندمـا يتـدرب المصارعـون يستخدمون أجهزة مقـاومة وتستمر فترة الأداء ١-٣ دقائق.

يجب أن يكون توقيت (تمبـو) الأداء يشابه توقـيت أداء الأداء الـتنافـسى للنشـاط الرياضى التخصصى بقدر الإمكان، ويظهر ذلك فى أنشطة الحركـة الوحيـدة المتكررة مثل السباحـة والجرى والتجديف والدرجات.

وعادة ما تؤدى التمـرينات الديناميكية لعدة تكرارات حـتى مرحلة التـعب، وتتـحدد أنظمـة الطاقة بناء على كل مـن مقدار المقاومـة وتوقيت (تمبو) الأداء، وتتـراوح فترة اسـتمرارية التـمرين الواحد من ١٠-١٥ ثانية إلـى عدة دقائق، وعلى سبيل المثـال عند تدريب السباحين بمقـاومة الحبل المطاط لأزمنة تتـراوح مـا بين ٣٠-١٢٠ ثانيـة، وعند التـدريب الأرضـى باسـتـخـدام أجهـزة الأيزوكنتيك تـكون فترة دوام التـمرين ٦٠-١٨٠ ثانيـة، ويمكن للمـصارعين تخـصص الرومـانى والحـرة أداء خطفـات باسـتـخـدام الشـاخص فى توقـيت ١٠-١٥ مـرة فى الدقـيـقـة ولمدة ٢-٣ دقائق.

وعند استخدام التمـرينات الثابتة تكون فترة دوام التـمـرين مـن ١٠-١٢ إلى ٣٠-٤٠ ثانيـة وذلك بناء على درجـة توتر انقبـاض العـضلة، ويختلف طول فترة الراحة البـينية تبعا لطول فترة انقبـاض العضلة وحجم العضلة، فـإذا كان زمن التمـرين قصيـرا نسبيـا (٣٠-٦٠ ثانية) ويتطلب وصول الرياضى إلى مرحلة التعب كنتيجة لتكرار

التمرين تكون فترات الراحة البينية قصيرة جدا بما لا يسمح بالاستشفاء الكامل، وإذا كانت فترة أداء التمرين من ١٠-٢٠ ثانية تكون فترة الراحة ٥-١٥ ثانية، والتمرينات ذات دوام ٣٠-٤٠ ثانية تحتاج فترات راحة ٢٠-٣٠ ثانية وتمرينات ٦٠-٩٠ ثانية تحتاج فترات راحة ٣٠-٦٠ ثانية، وعند استخدام مجموعات من التمرينات، فلا تكون فترات الراحة بين التمرينات وبعضها طويلة لكى يقوم الرياضى بتكرار التمرين وهو تحت تأثير التعب، أما فترات الراحة بين المجموعات فيجب أن تكون طويلة بدرجة تسمح بالتخلص من التعب لأداء المجموعة الثانية من المجموعات بكفاءة عالية، ومثال على ذلك ما يلى:

١- ٦ × (٦ × ١٥ثانية) ١٠ ثانية راحة تكرارات التمرين ٩٠ ثانية راحة بين المجموعات.

٢- ٤ × (٤ × ٣٠ ثانية) ٣٠ ثانية راحة بين تكرارات التمرين ٣ دقائق راحة بين المجموعات.

٣- ٤ × (٤ × ٦٠ ثانية) ٣٠ ثانية راحة بين تكرارات التمرين ٤-٥ دقائق راحة بين المجموعات.

ويتحكم فى تحديد عدد تكرارات التمرين الواحد مقدار المقاومة المستخدمة وكذلك نوع النشاط الرياضى التخصصى.

وتعتمد هذه التمرينات ذات المقاومة العالية والتكرارات القليلة على نظام الطاقة اللاهوائى، بينما إذا قلت المقاومة وبالتالى زادت التكرارات يتجه إنتاج الطاقة إلى كل من النظام اللاهوائى اللاكتيك والنظام الهوائى، وإذا قلت المقاومة اتجهت عمليات توفير الطاقة إلى النظام الهوائى ويمكن أن تكون المقاومة ٢٥٪ والتكرارات ٤٧ لمتسابقى رفع الأثقال، و٦٦ تكرار المتسابقى المسافة القصيرة، و١٢٠ لمتسابقى المسافات الطويلة، وهناك علاقة عكسية بين نسبة المقاومة وعدد تكرارات التمرين الواحد.

تنمية القوة المميزة بالسرعة

عند تنمية القوة المميزة بالسرعة يجب مراعاة تنمية العوامل الأساسية المكونة لها مع ارتباطها بالنشاط الرياضى التخصصى، ويجب أن تعلم أن العامل الأساسى لتنمية القوة المميزة بالسرعة هو التوافق داخل العضلة (بين الألياف العضلية) وسرعة الانقباض للوحدات الحركية،

جدول (٣١)
نسبة المقاومة وعدد تكرارات التمرين

نسبة المقاومة	متوسط عدد التكرارات	التخصص الرياضى
٪٨٧	٦-٨	رفع الأثقال - العدو
٪٧٥	٩-١٤	رفع الأثقال - العدو

وبالنسبة للمقطع العرضى للعضلة فيتحدد دوره تبعا لطبيعة النشاط الرياضى التخصصى، فهناك أنشطة رياضية تتطلب تنمية القوة المميزة بالسرعة فى مواجهة مقاومة كبيرة لوزن الجسم مثل العدو والوثب الطويل والعالى والزانة وغيرها، وأنشطة تتطلب مقاومة كبيرة للأداة المستخدمة مثل المطرقة والجلة والرمح وأنشطة أخرى تتطلب مواجهة مقاومة الخصم مثل المصارعة، ومن الطبيعى فى مثل هذه الأنشطة أن تلعب الكتلة العضلية دورا كبيرا، بينما فى بعض الأنشطة الأخرى التى يواجهها الرياضى فيها مقاومات بسيطة، مثل التنس والملاكمة والسلاح لا يلعب المقطع العرضى للعضلة دورا كبيرا.

ويجب أيضا ملاحظة أن مستوى ظهور القوة المميزة بالسرعة يرتبط بطبيعة الأداء المهارى للحركة، فكلما تطلبت الحركة أداءً مهاريا كان للتوافق بين الألياف والوحدات الحركية والخصائص الزمنية للانقباض دورا أساسيا؛ ولذلك لا يستطيع الرياضى إظهار أعلى مستوى للقوة المميزة بالسرعة إلا فى حالة الأداء المهارى العالى.

ويؤدى استخدام تمرينات تنمية القوة المختلفة دورا مؤثرا فى تنمية القوة المميزة بالسرعة غير أن التأثير الأكبر هو للتدريب اللامركزى والبليومترى والأيزوكينتيك.

يجب عند تشكيل الأحمال التدريبية استخدام أقصى أو قريب من أقصى إمكانية لأداء القوة المميزة بالسرعة للرياضى، فعند استخدام التدريب اللامركزى تؤدى التمرينات بأقصى سرعة ممكنة، وإذا كان الهدف هو تنمية القوة فإن سرعة الأداء تكون قريبة من الحد الأقصى لها، وإذا كان الهدف هو تنمية سرعة الانطلاق تستخدم السرعة بأقصى حد لها.

تعتبر أهم لحظة فى طرق تنمية القوة المميزة بالسرعة هى لحظة أقصى سرعة للتغير من التوتر العضلى (الانقباض الثابت) إلى الانقباض، والعكس يمكن توفير فترة ارتخاء بين أجزاء الحركة فى حدود ١-٢ ثانية، وتوجد طرق لتنمية ذلك على سبيل المثال اقترح يورى فرخاشنسكى عام ١٩٨٨ طريقته التى تعتمد على:

عند أداء تمرين بالمقاومة يوصى بما يلى:

ترفع المقاومة (٦٠-٨٠٪ من القوة القصوى) حتى ثلث سعة الحركة الأساسية، ثم يحول العمل بسرعة إلى أقصى مستوى بأقصى سرعة وذلك فى الاتجاه العكسى ويكرر ذلك ٣-٥ تكرار مع الارتخاء (سند المقاومة على مسند) تتم ٣-٤ مجموعات براحة ٣-٤ دقيقة.

وهناك طريقة أخرى لتنمية القوة المميزة بالسرعة اقترحها كل من هارتمان وتونيمان ١٩٨٨ تعتمد لبدء الحركة بمقاومة كبيرة لكى تشارك أكبر عدد من الوحدات الحركية وعند الوصول إلى أقصى انقباض تخفض المقاومة بشدة لكى تعطى فرصة لظهور القوة المميزة بالسرعة، وبهذه الطريقة فإن المقاومة الكبيرة فى البداية تعمل على تجميع تجنيد الألياف العضلية السريعة ثم تنطلق العضلة بأقصى سرعة لها عند التخفيض الشديد للمقاومة وبطبيعة الأمر فإن أفضل وسيلة لذلك استخدام أجهزة الأيزوكينتيك الخاصة سواء

الميكانيكية أو الهيدروليكة أو الإلكتروميكانيكية والتى تتيح الفرصة فى إمكانية التغيير فى مقدار المقاومة وسرعة الأداء، وفى حالة عدم توافر مثل هذه الأجهزة يمكن استخدام مساعدة الزميل وتستخدم فى هذه الحالة مقاومة فى حدود ٣٠-٥٠٪ من قوته القصوى.

يمكن للرياضى أن يستخدم نفس التمرين ولكن بسرعات مختلفة مثل:

الدور الأول: تمرين الإقعاء بالثقل بمقاومة ٨٠-٨٥٪ تكرار ٢-٣ مرة.

الدور الثانى: نفس التمرين بسرعة عالية ومقاومة ٤٠-٥٠٪ وهكذا يمكن التغير فى مدى المقاومة بحيث تتراوح ما بين ٣٠-٤٠٪ حتى ٨٠-٩٠٪ من القوة القصوى وتختلف هذه النسب تبعا لنوع النشاط الرياضى التخصصى وقوة الانطلاق. فمع الرياضيين المتخصصين فى أنشطة رياضية تتطلب قوة أكبر مثل رفع الأثقال والرمى فى ألعاب الميدان ومختلف أنواع المصارعة وغيرها ويستخدم الرياضيون هنا مقاومة عالية ٧٠-٩٠٪ من القوة القصوى، أما فى الأنشطة التى تكون المقاومة فيها ليست كبيرة مثل (الملاكمة - التنس - السلاح وغيرها) يمكن أن تستخدم مقاومة قليلة ٣٠-٥٠٪، كما أن هناك أنشطة رياضية أخرى تتطلب سرعة عالية ومقاومة كبيرة مثل البدء فى السباحة.

ويجب أن تكون فترة أداء حركة التمرين بما يحقق الاحتفاظ بسرعة الأداء الحركى مع عدم التعب، ويمكن أن يكون عدد تكرار التمرين الواحد يتراوح من مرة مثل البدء فى السباحة أو العدو) إلى ٥-٦ كما فى الوثب والأثقال وغيرها، تختلف التكرارات تبعا لعدة عوامل تشمل سرعة الحركة وفرص العمل ومستوى تدريب الرياضى وطبيعة التمرين وعادة ما يتراوح الزمن ما بين ٣-٤ دقيقة حتى ١٠-١٥ ثانية.

يجب أن تسمح فترة الراحة بالاستشفاء وبناء المركبات الفوسفاتية للطاقة وتسديد الدين الأكسجينى، وكذلك حجم العضلات المشاركة وطول فترة زمن أداء التمرين الواحد.

* ٣٠-٤٠ ثانية يمكن أن تكون الراحة بين التمرينات ذات الزمن القصير (٢-٣ ثانية) والتى لا تتطلب مشاركة مجموعات عضلية كبيرة.

* ٣-٥ دقائق فى حالة زيادة حجم العضلات المشاركة فى العمل أو زيادة زمن أداء التمرين الواحد وفى حالة ما إذا كانت فترة الراحة قصيرة فتكون الراحة هنا سلبية وأحيانا يستخدم تدليك ذاتى وفى حالة الراحة الكاملة يمكن أداء تمرينات للمطاطية لزيادة سرعة الاستشفاء لكى تحقق الأداء بالسرعة المطلوبة، وعند استخدام تدريب أيزومترى لفترة دوام ٢-٣ ثانية مما يستدعى مستوى قوة عضلية ٨٠-٩٠٪ وعند التكرار ٥-٦ مرات تكون الراحة بين التمرينات ٢-٣ دقيقة، ومثال على ذلك، عند استخدام التدريب اللامركزى، حيث يتطلب ذلك راحة فى حدود ٢-٣ دقيقة حتى يتم الارتخاء الكامل للعضلة، ويستخدم التدليك الذاتى وتمرينات الاسترخاء والمطاطية للعضلة.

وعند استخدام التدريب الأيزوكينيتك تستخدم سرعة زاوية عالية (١٥٠ درجة فى الثانية)

ويستخدم فى ذلك أجهزة الأيزوكينتيك ويكرر ٢-٣ مرات.

عند استخدام المقاومات المتغيرة يجب تركيز الاهتمام على مرحلة قصر العضلة والسرعة المطلوبة للتغير من الانقباض بالتطويل (اللامركزى) إلى الانقباض المركزى، وتعتبر طريقة التدريب البليومترى من الطرق الأساسية لتنمية القوة المميزة بالسرعة، وهنا يجب التأكيد على أن درجة توتر العضلة (انقباضها الثابت) ترتبط بسرعة تطويلها، فسرعة التطويل تلعب دورا أكبر من مقداره.

قبل تنفيذ حجم تدريبى كبير بطريق التدريب البليومترى يجب أن يصل الرياضى إلى أقصى مستوى للقوة العضلية، وبدون ذلك يمكن أن تزيد فرصة التعرض للإصابات وتقل فاعلية تأثير التدريب وهناك متطلبات يجب تحقيقها لنمو القوة وتشمل:

١- قبل البدء فى أداء تمرين الوثب من أعلى إلى أسفل، على أن يلى ذلك الوثب من أسفل إلى أعلى، يجب الاقتناع تماما أن الرياضى يمكنه أداء ثنى الركبتين كاملاً للإقعاء ثم الوقوف مع حمل الثقل والذى يزيد عن وزن الرياضى.

٢- وقبل أداء الحجل العميق على قدم واحدة يجب أن يتمكن الرياضى من أداء ثنى الركبة من الوقوف للإقعاء على رجل واحدة ٥ مرات.

ويمكن استخدام تمرينات للمقاومة تمهيدا لتغير التمرينات البليومترية مثل:

أ- الوثب لأعلى مع مقاومة ٢٠-٣٠٪ من كتلة جسم الرياضى.

ب- وثبات عميقة على رجل واحدة أو بكلا الرجلين يليها وثب لأعلى.

وقد لخص فرخشانسكى عوامل تنمية القوة المميزة بالسرعة كما يلى:

١- استخدام مقاومة ٩٠ أو ٣٠ ٪ من القوة القصوى وتؤدى فى شكل تمرينين تكرار ٢-٣ حركة بطيئة بثقل ٩٠٪، ثم ٣ تمرينات فى كل تمرين ٦-٨ حركة بوزن ٣٠٪ وتؤدى بأسرع ما يمكن مع ضرورة الارتخاء العضلى بين تكرار الحركات وتكون الراحة بين كل تمرين وآخر ٣-٤ دقيقة إلى ٤-٦ دقيقة وتؤدى فى الجرعة التدريبية ٢-٣ مجموعة براحة ٨-١٠ دقيقة.

٢- دمج نظامين مختلفين للانقباض الأيزومترى ذو الاتجاه الموحد (لمجموعة عضلية واحدة) يتم فى البداية أداء ٢-٣ انقباض أيزومترى أقصى لمدة ٦ ثانية براحة ٢-٣ دقيقة، ثم راحة لمدة ٣-٤ دقيقة مع استخدام تمرينات للارتخاء العضلى ويكرر التمرين ٥-٦ مرات لكن مع انقباض عضلى سريع (حتى ٨٠٪ من القوة القصوى) وتكون الراحة بين التكرارات ٢-٣ دقيقة عند أداء العمل الديناميكى وكذلك تمرينات الارتخاء، وفى جرعة التدريب يمكن استخدام التمرينات على ٢-٣ مجموعة عضلية، وإذا كان التدريب يتم على

مجموعة عضلية واحدة فيكون التكرار هو مرتين مع راحة ٨-١٠ دقائق.

٣- دمج النظام الأيزومترى والديناميكى (الأيزتونى) عند العمل العضلى العام. يتم أداء انقباض أيزومترى أقصى لمدة ٦ ثانية حتى الوصول إلى الحد الأقصى وتؤدى ٢-٣ مرة براحة بينية ٢ دقيقة مع ضرورة الارتخاء بين التكرارات، ثم أداء حركة مع مقاومة ٤٠-٦٠٪ من القوة القصوى مع تكرار ٤-٦ مرة وتكرار ذلك مرتين براحة ٣-٤ دقيقة. ويؤدى المركب التدريبى كل مرتين مع راحة بينية ٤-٦ دقيقة.

٤- الجرى على المدرجات مرتين كل مرة ٦-٨ مرات ثم بعد ٣-٤ دقيقة راحة تؤدى تمرينات وثب بشدة أقل من الأقصى مثل ٨ وثبات فى المكان مع تبادل الهبوط على القدمين وتؤدى دفعتين كل دفعة ٦ مرات، ويكرر المركب التدريبى كل ٢-٣ مرة مع راحة بينية ٦-٨ دقيقة.

٥- إقعاء بالثقل على الأكتاف ووزن الثقل ٧٠-٨٠٪ من أقصى قوة، تؤدى مرتين كل مرة ٥-٦ تكرار، بعد ٤-٦ دقيقة راحة، يتم أداء وثبات فى المكان ٢-٣ مرة كل مرة ٦-٨ تكرار مع راحة بينية ٦-٨ دقيقة.

٦- إقعاء بالثقل وزن ٨٠-٨٥٪ من أقصى قوة دفعتين كل دفعة ٢-٣ تكرار وبعد الراحة ٣-٤ دقيقة، الجرى لصعود مدرج أو منحنى ٢-٣ دفعة كل دقيقة ٤-٦ مرة يكرر المركب التدريبى الكلى ٢-٣ مرة مع راحة ٦-٨ دقائق.

٧- الإقعاء دفعتين بثقل ٩٠-٩٥٪ من القوة القصوى ثم مجموعتين من الدفع بعد الوثب العميق والراحة بعد الإقعاء والوثب وبين المجموعات ٤-٦ دقيقة وخلال جرعة التدريب يؤدى هذا المركب التدريبى مرتين براحة بينية ٨-١٠ دقائق.

الملخص

* يؤدى التدريب الرياضى المنتظم إلى زيادة كفاءة الجهاز العضلى، ويظهر ذلك فى شكل مقدرة العضلة على إنتاج القوة العضلية بأنواعها المختلفة الثابتة والمتحركة والقوة المتميزة بالسرعة وتحمل القوة.

* تؤدى تدريبات المقاومة إلى حدوث تغيرات فسيولوچية ومورفولوچية على مستوى الليفة العضلية وكذلك على مستوى الجهاز العصبى.

* يحدث التضخم العضلى تحت تأثير برامج تدريبات الأثقال نتيجة زيادة مساحة المقطع العرضى للألياف العضلية Cross - Sectional Area وهذا ما يطلق عليه مصطلح «التضخم» Hypertrophy، بينما يطلق على نقص مساحة المقطع العضلى والضمور العضلى «مصطلح Atrophy أو Hypotrophy» كما يحدث فى حالة الإصابات وعدم تدريب العضلة.

* ويلعب الهرمون الذكرى التستوستيرون Testosterone دورا هاما فى نمو العضلة حيث يعتبر هو العامل المؤثر على زيادة التضخم العضلى لدى الرجل مقارنة بالمرأة إذا ما قام كل منهما بتنفيذ نفس البرنامج التدريبى، ولا يعتبر التستوستيرون هو وحده المسئول عن التضخم العضلى، بل هناك أيضاً نسبة التستوستيرون إلى هرمون الأستروجين، فكلما ارتفعت هذه النسبة زادت الكتلة العضلية.

* تعرف القدرة العضلية من الناحية الفسيولوچية بأنها أقصى قوة يمكن أن تنتجها العضلة، ويمكن للفرد خلال فترة من ٣-٦ أشهر أن يزيد من مستوى قوته بنسبة ٢٥- ١٠٠٪ أو أكثر.

* ترتبط زيادة القوة العضلية بكثير من التغيرات الفسيولوچية، منها ما هو مرتبط بالعضلة ذاتها، ومنها ما هو مرتبط بالتغذية العصبية للعضلة.

* يؤدى الانتظام فى برامج تدريبات التحمل إلى حدوث تغيرات بيوكيميائية وبنائية فى الليفة العضلية.

* تعتمد برامج تنمية كفاءة العضلة من الناحية الوظيفية لتحسين قوة العضلة وسرعتها وتحملها للعمل فى مواجهة التعب العضلى على استخدام أنواع مختلفة من المقاومات لتدريب هذه العضلة، من بينها مقاومة ثقل الجسم نفسه، كما تستخدم أدوات وأجهزة كثيرة ومتنوعة لتحقيق ذلك، ويتم ذلك فى شكل برامج تدريبية مختلفة تؤدى إلى حدوث تغيرات وظيفية ومورفولوچية مختلفة تتخذ اتجاه تأثير نوعية التدريب، سواء كان لتنمية القوة أو السرعة أو التحمل.

* تستخدم فى تدريبات المقاومة أنواع مختلفة من الانقباضات العضلية مثل الانقباضات العضلية، المتحركة والثابتة، ويتم ذلك فى ضوء تحليل احتياجات الحركة وتصميم البرامج الخاصة بذلك.

* هناك أربعة أنواع أساسية لبرامج تنمية القوة والتحمل باستخدام المقاومة، هذا بالإضافة إلى

نوع خامس هو خليط ما بين مط العضلة وتوترها قبل الانقباض الأيزوتونى (المتحرك) يسمى البليومترى Plyometrics.

* حدد فلك وكرامر Flek and Kramer الخطوات التنفيذية لتصميم برنامج تدريب المقاومة فى الخطوات الرئيسية التالية:

- تحليل المتطلبات.
- المتغيرات المؤقتة.
- المتغيرات الدائمة.
- النواحى الإدارية التنظيمية.

* قد يكون عدم توازن القوة المميزة بالسرعة بين مجموعتين من العضلات أحد العوامل المقيدة لتنمية السرعة؛ لذلك يجب إجراء اختبارات لمقارنة مستوى القوة العضلية للمجموعات العضلية المضادة، حيث إن الحفاظ على هذا التوازن يساعد فى الوقاية من الإصابات، كما يعمل على إمكانية تحقيق أقصى سرعة للانقباض العضلى والارتخاء.

* هناك أسلوبان للتأثير على تنمية القوة القصوى فى التدريب الحديث هما تنمية القوة من خلال تحسين آليات التنظيم العصبى، وثانيهما من خلال زيادة مساحة المقطع العرضى للعضلة.

* يلعب التحمل العضلى دورا هاما فى بعض الأنشطة التى تتطلب مقاومة عالية للتعب مثل العدو ٢٠٠، ٤٠٠ متر، والسباحة ١٠٠ ٢٠٠ متر، والجمباز وغيرها من الأنشطة الرياضية، ويعتمد مستوى التحمل العضلى على كل من سعة وكفاءة واقتصاديات الإمداد بالطاقة وكذلك مستوى القوة القصوى.

* عند تنمية القوة المميزة بالسرعة يجب مراعاة تنمية العوامل الأساسية المكونة لها مع ارتباطها بالنشاط الرياضى التخصصى، ويجب أن تعلم أن العامل الأساسى لتنمية القوة المميزة بالسرعة هو التوافق داخل العضلة (بين الألياف العضلية) وسرعة الانقباض للوحدات الحركية، وبالنسبة للمقطع العرضى للعضلة فيتحدد دوره تبعا لطبيعة النشاط الرياضى التخصصى.

أسئلة للمراجعة

١- ما هى الأهداف الرئيسية لتدريب اللياقة العضلية ؟

٢- ما هو تأثير تدريبات اللياقة العضلية على العضلة ؟

٣- ما الفرق بين التضخم العضلى المؤقت والتضخم العضلى الدائم ؟ وما أسباب كل منهما؟

٤- ما هى أنواع التغيرات الكيميائية والبنائية والعصبية التى تحدث للوصول إلى التكيف نتيجة تدريب العضلة ؟

٥- ما هى أنواع الأجهزة والأدوات المستخدمة فى تمرينات المقاومة ؟

٦- قارن بين مميزات وعيوب الأجهزة والأدوات المستخدمة فى تمرينات المقاومة؟

٧- ما هى برامج تمرينات المقاومة الأساسية ؟

٨- قارن بين برامج تمرينات المقاومة الأساسية من حيث المميزات والسلبيات لكل منها؟

٩- ما هى الشروط التى يجب على المدرب الالتزام بها عند استخدام تدريبات البليومترى وتدريبات الانقباض اللامركزى ؟

١٠- ما هى الخطوات الأساسية التى يجب اتباعها عند تصميم برامج تدريبات المقاومة ؟

١١- ما هى الفترات الزمنية التى ينقسم إليها موسم تدريبات المقاومة ؟

١٢- ضع برنامجا تدريبيا باستخدام طريقة التدريب الدائرى ؟

١٣- ما هو دور تمرينات المقاومة فى الوقاية والتأهيل للإصابات الرياضية ؟

١٤- ما هى أهم المراحل الأساسية التى تمر بها العضلة خلال عمليات التأهيل بعد الإصابات ؟

١٥- ما هى مكونات وخصائص التدريب لتنمية كل من القوة القصوى ؟

١٦- ما هى مكونات وخصائص التدريب لتنمية التحمل العضلى ؟

١٧- ما هى مكونات وخصائص التدريب لتنمية القوة الموازية للسرعة ؟

• التضخم الدائم **Chronic Hypertrophy**

ويرجع إلى زيادة حجم العضلة الناتج عن التدريب المنظم المستمر، وهذا يرجع إلى زيادة المقطع العرضى للألياف العضلية، سواء من خلال زيادة مقطع الليفة العضلية الواحدة أو زيادة عدد الألياف العضلية، وقد دارت كثير من الدراسات حول مدى إمكانية زيادة عدد ألياف العضلة Hyperplasia، وقد أثبتت بعض هذه الدراسات إمكانية حدوث انقسام طولى فى بعض الألياف العضلية مما يزيد من عددها، غير أن هذه التجارب أجريت على حيوانات التجارب.

• الأثقال الحرة **Free Weights**

تشمل الأثقال الحرة كل من البارات Barbells والدبلز Dumbells.

• الأيزوكينيتك (المشابهة للحركة) **Isokinetic**

تحافظ هذه الأجهزة على سرعة الحركة ثابتة، سواء كانت القوة عالية أو منخفضة فلا تتغير سرعة الحركة بتغير قوة العمل العضلى، ويستخدم لذلك الإلكترونيات الهيدروليكية (ضغط السوائل) للمحافظة على ثبات السرعة والتحكم فيها (السرعة الزاوية) من درجة صفر إلى درجة ٣٠٠ أو أكثر.

• التضخم العضلى

Muscular Hypertrophy

يحدث التضخم العضلى تحت تأثير برامج تدريبات الأثقال نتيجة زيادة مساحة المقطع العرضى للألياف العضلية Cross - Sectional Area، وهذا ما يطلق عليه مصطلح «التضخم» Hypertrophy، بينما يطلق على نقص مساحة المقطع العضلى والضمور العضلى «مصطلح Atro-phy أو Hypotrophy» كما يحدث فى حالة الإصابات وعدم تدريب العضلة.

• ضمور العضلة **Muscle Atrophy**

عندما تصبح العضلة فى حالة غير نشطة فجأة نتيجة تقييد حركاتها، فإن هذا يؤدى إلى حدوث تغيرات سريعة تبدأ خلال أول ٦ ساعات، حيث يقل معدل بناء البروتينات مما يقلل من حجم أنسجة العضلة وينخفض مستوى القوة بشكل كبير خلال الأسبوع الأول لتقييد حركة العضلة وبنسبة ٣-٤٪ فى اليوم، وبالإضافة إلى حدوث الضمور العضلى ينخفض مستوى النشاط العصبى العضلى فى العضلة المقيدة عن الحركة.

• تدريب اللياقة العضلية

Muscular Fitness Training

يؤدى التدريب الرياضى المنتظم إلى زيادة كفاءة الجهاز العضلى، ويظهر ذلك فى شكل

مقدرة العضلة على إنتاج القوة العضلية بأنواعها المختلفة الثابتة والمتحركة والقوة المتميزة بالسرعة وتحمل القوة.

• القوة العضلية Muscular Strength

تعرف القدرة العضلية من الناحية الفسيولوچية بأنها أقصى قوة يمكن أن تنتجها العضلة.

• برامج تدريب المقاومة

Resistance Training Programs

تعتمد برامج تنمية كفاءة العضلة من الناحية الوظيفية لتحسين قوة العضلة وسرعتها وتحملها للعمل فى مواجهة التعب العضلى إلى استخدام أنواع مختلفة من المقاومات لتدريب هذه العضلة.

• القوة والتوازن العضلى

Strength and Muscle Balance

قد يكون عدم توازن القوة المميزة بالسرعة بين مجموعتين من العضلات أحد العوامل المحددة لتنمية السرعة؛ لذلك يجب إجراء اختبارات لمقارنة مستوى القوة العضلية للمجموعات العضلية المضادة، حيث إن الحفاظ على هذا التوازن يساعد فى الوقاية من الإصابات، كما يعمل على إمكانية تحقيق أقصى سرعة للانقباض العضلى والارتخاء، وعدم الاهتمام بذلك يمكن أن يقلل من مستوى النتائج كما يعرض الرياضى للإصابة.

• التضخم العضلى المؤقت

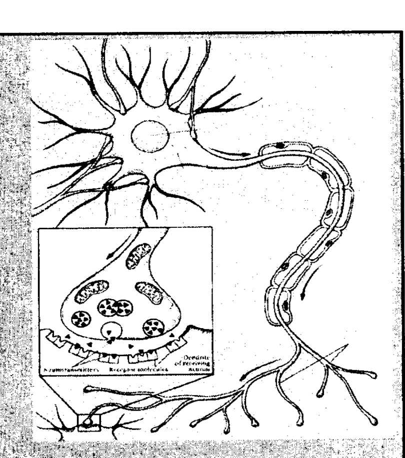
Transient Muscular Hypertrophy

يحدث نتيجة عملية الضخ التى تقوم بها العضلة أثناء الانقباض العضلى، ولكنه يكون عادة على حساب تجمع السوائل فى داخل الخلايا وبينها بالعضلة، وتأتى هذه السوائل من الدم، ويستمر تواجد هذا التضخم بالعضلة لفترة قصيرة، ويلجأ الرياضيون فى رياضة كمال الأجسام إلى أداء بعض التدريبات للقوة قبل إجراء استعراض العضلات للاستفادة من ظاهرة التضخم العضلى المؤقت، غير أن سرعان ما تعود العضلات إلى حجمها الطبيعى خلال ساعات من انتهاء التدريب.

• المقاومة المتغيرة Variable Resistance

عند استخدام أجهزة المقاومة المتغيرة تقل المقاومة عند أضعف نقطة وتزيد عند أقوى نقطة على مدى الحركة، وهناك أنواع كثيرة شائعة من الأجهزة ذات المقاومة المتغيرة.

الباب الرابع



الطاقة الحيوية ولياقة الطاقة

* الفصل السابع :

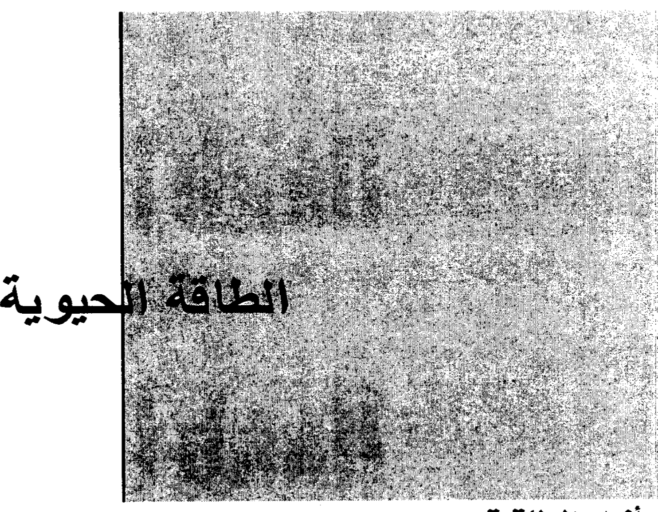
الطاقة الحيوية

* الفصل الثامن :

لياقة الطاقة



الفصل السابع



الطاقة الحيوية

- أنواع الطاقة
- مصادر الطاقة الحيوية
- نظم الطاقة الحيوية فى المجال الرياضى
- نظام ATP-PC أو النظام الفوسفاتى Phosphogen System
- نظام الجلكزة اللاهوائية Anaerobic Glycolysis نظام حامض اللاكتيك The Lactic Acid System
- نظام الأكسجين أو النظام الهوائى The Oxidative System or The Aerobic System
- نظم الطاقة أثناء الراحة والجهد
- استشفاء مصادر الطاقة

يهدف هذا الفصل إلى:

- التعرف على مفهوم الطاقة بصفة عامة ومصادرها الأساسية وأنواعها المختلفة.
- التعرف على مفهوم الطاقة الحيوية وأنواعها اللاهوائية والهوائية.
- التعرف على مصادر الطاقة المختلفة بالجسم.
- التعرف على مستويات التمثيل الغذائى بالجسم أثناء الراحة أو أثناء المجهود البدنى.
- التعرف على التغيرات التى تحدث فى مصادر الطاقة أثناء النشاط الرياضى وكيفية استشفاء هذه المصادر وعودتها لحالتها الطبيعية خلال فترات زمنية محددة.

يعتبر موضوع دراسة الطاقة الحيوية من الموضوعات الهامة فى الرياضة، فالطاقة الحيوية فى جسم الإنسان هى مصدر الحركة، وهى مصدر الانقباض العضلى وهى مصدر الأداء الرياضى بشتى أنواعه، ولا يمكن أن يحدث الانقباض العضلى المسئول عن الحركة أو عن تثبيت أوضاع الجسم بدون إنتاج طاقة، وليست الطاقة المطلوبة لكل انقباض عضلى أو لكل أداء رياضى متشابهة أو بشكل موحد، فالطاقة اللازمة للانقباض العضلى السريع تختلف عن الطاقة اللازمة للانقباض العضلى المستمر لفترة طويلة، حيث يشتمل الجسم على نظم مختلفة لإنتاج الطاقة السريعة أو الطاقة البطيئة تبعا لاحتياجات العضلة وطبيعة الأداء الرياضى؛ ولذلك فإن تدريب نظم إنتاج الطاقة ورفع كفاءتها يعنى رفع كفاءة الجسم فى إنتاج الطاقة، أى رفع كفاءة الجسم فى الأداء الرياضى؛ ولذلك أصبحت برامج التدريب كلها تقوم على أسس تنمية نظم إنتاج الطاقة وأصبحت طرق التدريب الرياضى وأهدافه واختبار مستوى الرياضى وتوجيهه ووصف الغذاء المناسب له والمحافظة على وزنه وتخطيط أحمال التدريب بما يتناسب مع فترات تعويض مصادر الطاقة، كل هذه العمليات الأساسية التى يقوم عليها التدريب الرياضى تقوم أساسا على الفهم التطبيقى لنظم إنتاج الطاقة وأصبح إنتاج الطاقة وتنميتها هما لغة التدريب الرياضى الحديث والمدخل المباشر لرفع مستوى الأداء الرياضى دون إهدار للوقت والجهد الذى يبذل فى اتجاهات تدريبية أخرى بعيدة كل البعد عن نوعية الأداء الرياضى التخصصى.

ويمكن تلخيص الفوائد التطبيقية لدراسة الطاقة الحيوية فيما يلى:

* تصنيف الأنشطة الرياضية وفقا لنظم الطاقة.
* تصميم برامج التدريب المختلفة وفقا لتنمية كفاءة نظم الطاقة بمستوياتها المختلفة.
* تصميم برامج الاستشفاء أثناء التدريب وبعده باستخدام الوسائل المختلفة.
* تنظيم تغذية الرياضى، سواء قبل أوأثناء أو بعد التدريب لضمان استمرارية الإمداد بالطاقة وكذلك سرعة تعويض مصادرها.
* ضبط وزن الجسم من خلال البرامج الغذائية واختيار نوعية التدريبات التى تحقق ذلك.
* تحسين مقاومة التعب أثناء التدريب والمنافسة.
* الاختبارات والمقاييس الفسيولوچية لنظم الطاقة.

أنواع الطاقة

يصعب تعريف الطاقة بصفة عامة؛ وذلك نظرا لكونها تتخذ أشكالا مختلفة ومتنوعة ولها مظاهرها العديدة، فهل هى الجهد المبذول أو الشغل أو القوة أو الحياة ذاتها، وفى الحقيقة أن كل هذه المصطلحات هى تعبير عن الطاقة ولكنها لا تعطى المفهوم الشامل للطاقة، والتى عرفها العلماء بأنها «السعة أو المقدرة على أداء الشغل»،

ويقصد بالشغل هنا هو تطبيق القوة لمسافة، وهناك ستة أشكال للطاقة كما يلى:

١- الطاقة الكيميائية Chemical Energy.

٢- الطاقة الميكانيكية Mechanical Energy.

٣- الطاقة الحرارية Heat Energy.

٤- الطاقة الضوئية Light Energy.

٥- الطاقة الكهربائية Electrical Energy.

٦- الطاقة الذرية Nuclear Energy.

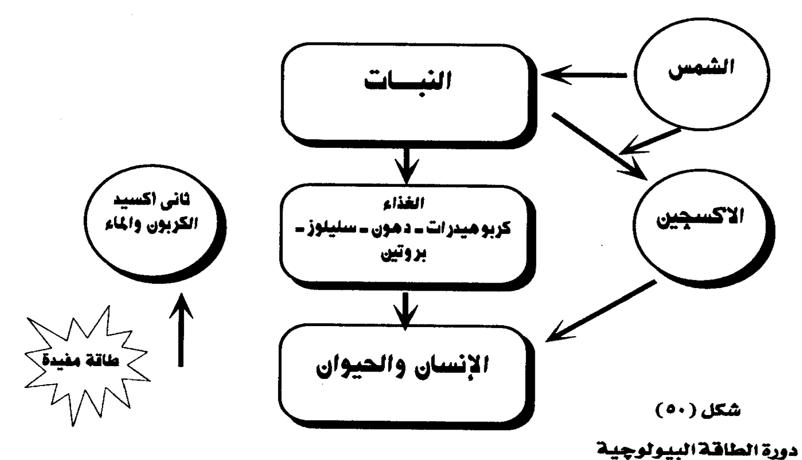
ومن المعروف أن هناك قانونا هاما يحكم الطاقة، وهى أن الطاقة لا تفنى ولكنها يمكن أن تتغير من شكل إلى آخر، ونستطيع أن نلاحظ ذلك فى أوجه الحياة اليومية فتستخرج الطاقة الكهربائية من خلال الطاقة الميكانيكية، كما نرى مثلا فى السد العالى حيث تولد الطاقة الكهربائية من انحدار الماء فى شكل الطاقة الميكانيكية، وهذه الطاقة الكهربائية يمكن أن تتحول مرة أخرى إلى طاقة ميكانيكية لتشغيل الآلات فى المصانع أو تتحول إلى طاقة ضوئية لكى تضىء.

وتحصل خلايا الجسم على الطاقة من البيئة المحيطة من خلال الغذاء، حيث يتغذى الإنسان والحيوان على النبات، ويحصل النبات على الطاقة من الشمس من خلال الطاقة الضوئية ويخزنها فى شكل كيميائى من خلال عملية التركيب الضوئى Photosynthesis، وهذه الطاقة الكيميائية المخزونة يحصل عليها الإنسان والحيوان من خلال الغذاء فى شكل الكربوهيدرات التى تتحول من خلال الهضم إلى الجلوكوز، وفى شكل الدهنيات التى تتحول من خلال الهضم إلى الأحماض الدهنية، ومن خلال البروتين الذى يتحول من خلال الهضم إلى أحماض أمينية، وهذه المواد تعتبر هى مصادر الطاقة الحيوية فى جسم الإنسان والتى يقوم النبات بتحضيرها من خلال عملية التركيب الأولى كما يلى:

* استخدام ثانى أكسيد الكربون لتشكيل الأكسچين والكربون.

* تشكيل النتروچين من العشب الأخضر.

* تشكيل الهدروچين والأكسچين من الماء.



شكل (٥٠)
دورة الطاقة البيولوچية

تتجمع جزيئات الجلوكوز معا لتكون جزيئات النشا كمخزون للطاقة.

يتحول النشا إلى سليلوز.

وهكذا يقوم النبات بتركيب الجزيئات الحيوية التى لا يستطيع الإنسان أو الحيوان تكوينها وهى الجلوكوز والبروتين والدهون.

وبناء على تعريف الطاقة بأنها القدرة على أداء شغل، فكلمة شغل هنا تعنى جميع أنشطة الإنسان اليومية والتى يمكن أن تقسم إلى ثلاثة أقسام وهى:

١- الشغل الكيميائى Chemical Work

مقدرة الجسم على النمو والمحافظة على ثبات بيئة الجسم الداخلية وتخزين المعلومات المطلوبة للوراثة والأنشطة الطبيعية للإنسان، وتعتبر عملية بناء البروتين لتضميد الجروح خير مثال للشغل الكيميائى.

٢- الشغل للتنقلات Transport Work

مقدرة الخلية على تحريك الأيونات والجزيئات من خلال غشاء الخلية، كذلك خلال الأغشية المحيطة بأعضاء الخلية الداخلية ذاتها، وهذه العملية لها أهميتها فى تغيير مستويات التركيز داخل وخارج الخلايا، وما لهذه التغيرات من دور هام تلعبه لحدوث الانقباض العضلى.

٣- الشغل الميكانيكى Mechanical Work

ويستخدم بصفة عامة فى الحركة من مستوى الخلية وحتى مستوى الانقباض العضلى.

وتنقسم الطاقة تبعا لمظهرها إلى نوعين هما:

أ- الطاقة الحركية Mechanical Work

ويقصد بها كل حركة نراها سواء دحرجة كرة أو حركة الجزيئات داخل وخارج غشاء الخلية.

ب- الطاقة الكامنة Potential

وهى الطاقة المخزونة فى الجسم فى أشكالها المختلفة.

مصادر الطاقة الحيوية

بناء على قانون الطاقة الذى ينص على أن الطاقة لا توجد من العدم، كما أنها لا تفنى وتتحول من شكل إلى آخر، ونظرا لكون مصدر الطاقة الأصلى فى الحياة هو الشمس والتى تقوم بنقلها إلى التربة، حيث تنقل إلى النبات الذى يأكله الإنسان والحيوان، وبذلك يحصل على مركبات الطاقة فى شكلها الغذائى وهى الجلوكوز والأحماض الدهنية والأحماض الأمينية، ويتناولها الإنسان فى شكل الكربوهيدرات والبروتين والدهون، ومن خلال عملية الهضم والتمثيل الغذائى تتحول إلى مكوناتها الأساسية الجلوكوز والأحماض الدهنية والأحماض الأمينية، ويقوم الجسم بتخزينها أو استخدامها وتحويلها إلى أشكال أخرى من الطاقة بوساطة عمليات التمثيل الغذائى، وهذه المواد لا يتم تحويلها إلى طاقة ميكانيكية بشكل مباشر لكى تحرك الجسم وتحقق الانقباضات العضلية، ولكنها أساسا تستخدم لبناء مصدر كيميائى غنى بالطاقة وهو الذى يعطى الطاقة الميكانيكية المطلوبة لحدوث الانقباض العضلى وهوالأدينوسين ثلاثى الفوسفات (Adenosine triphosphate ATP)، وسوف نتناول فيما يلى هذه العمليات بشىء من التفصيل.

التمثيل الغذائي Metabolism

كل عمليات تحويل الطاقة تخضع لعملية التمثيل الغذائي، وتعنى هذه العملية تلك التفاعلات الكيميائية التى تحدث فى الجسم والتى يتم بواسطتها إخراج الطاقة من البروتينات والدهون والكربوهيدرات سواء بواسطة بناء أو تكسير الجزيئات، وغالبا ما تنقسم عملية التمثيل الغذائى إلى عمليتين هما:

١- الهدم Catabolism

التفاعلات التى من خلالها يتم تكسير الجزيئات الكبيرة لتحرير الطاقة.

٢- البناء Anabolism

التفاعلات التى من خلالها يتم بناء الجزيئات الحيوية الكبيرة.

وتحدث كلا عمليتى الهدم والبناء فى الجسم فى وقت واحد متلازمتين، وفى أى لحظة نجد هناك بعض الجزيئات الحيوية تتهدم والأخرى تبنى، وعادة ما تقاس الطاقة المتحررة أو المخزنة فى الجسم بالكيلو كلورى أو السعر الحرارى Kilocalories (Kcal)، والسعر الحرارى هو كمية الطاقة المطلوبة لرفع درجة لتر واحد من الماء درجة واحدة مئوية، وتعتبر عملية التمثيل الغذائى من العمليات ذات الدرجة العالية للتوافق حتى تتوافق مع متطلبات الخلية للطاقة فى أى لحظة وتلعب الإنزيمات دورا هاما فى تسلسل تفاعلاتها الكيميائية بحيث إن لكل خطوة فى التفاعل الإنزيم الخاص بها، ومعظم الطاقة التى تتحرر خلال عمليات الهدم تأتى من جزيئات المركب الكيميائى الغنى بالطاقة الأدينوسين ثلاثى الفوسفات (Adenosine triphosphate ATP) أو الإلكترونات عالية الطاقة.

الأدينوسين ثلاثى الفوسفات (Adenosine ATP triphosphate) كمصدر مباشر للطاقة:

نظرا لكون المواد الغذائية لا تنقل للخلية لكى تتحول إلى شغل بيولوجى مباشرة فإنها تتحول إلى مركب كيميائى غنى بالطاقة وهو الأدينوسين ثلاثى الفوسفات(ATP) Adenosine triphosphate، وتستخدم الطاقة الكامنة فى هذا المركب لكل عمليات الخلية، ويتكون هذا المركب من جزىء الأدينوسين Adenosine الذى يرتبط بثلاثة جزيئات فوسفات، وعندما يرتبط ATP بالماء خلال عملية التحلل بالماء Hydrolysis (كاتاليزد) تتكسر رابطة الفوسفات بواسطة إنزيم أدينوسين تراى فوسفاتاز Adenosine triphosphatase، ففى خلال التحلل بالماء وتكسير رابطة الفوسفات يتبقى مركب جديد هو الأدينوسين داى فوسفات Adinosine diphosphate(ADP) بالإضافة إلى فوسفات غير عضوى (Pi)، وينتج عن هذا التفاعل تحرر حوالى ٧,٣ كيلو كالورى أو سعر كبير من الطاقة الحرة، أى طاقة يمكن أن تتحول إلى شغل من كل مول من ATP يتحول إلى ADP، وتتميز الطاقة الحرة الناتجة عن هذا التفاعل بسرعة تحويلها نظرا لعدم حاجتها إلى الأكسچين لذلك فهى الطاقة المسئولة عن الأعمال العضلية السريعة مثل العدو، ورفع الأثقال، والوثب والرمى، ويمكن للفرد العادى ملاحظة ذلك حيث يقطع العداء سباق ١٠٠ متر عدو دون أن يأخذ التنفس، ولو علمنا أن زمن ١٠٠ متر عدو فى حدود ١٠ -١١ ثانية فإن الأكسچين حتى يصل إلى عضلات الرجلين يحتاج فترة حوالى ١٥ ثانية، ومن هنا يلاحظ أن مثل هذه الأنشطة السريعة لا تعتمد على أكسچين الهواء الجوى

لتحويل الطاقة، ولكن عملية إنتاج ATP المصدر المباشر للطاقة تتم بدون الأكسجين ويطلق على ذلك التمثيل الغذائى اللاهوائى Anaerobic Metabolism.



شكل (٥١)

دور أدينوسين ثلاثى الفوسفات كمصدر للطاقة فى خلايا الجسم

مصادر ATP

وبناء على أن ATP هو المصدر المباشر للطاقة فى جسم الإنسان ولوجوده فى جميع خلايا الجسم يصبح الإنسان جاهزا فى أى لحظة لتنفيذ العمل المطلوب على وجه السرعة، إلا أن كمية ATP فى الجسم تعتبر كمية محدودة جدا، حيث تبلغ الكمية المخزنة منه فى الجسم فى أى وقت ٨٥ جراما، وهى كمية تكفى الإنسان لأداء عمل عضلى سريع ولكن لفترة زمنية قصيرة لا تتعدى بضعة ثوان؛ لذلك وحتى يستمر الفرد فى إنتاج الطاقة لابد من مصادر تساعده على إعادة بناء ATP بصفة مستمرة وإلا يتوقف الجسم عن إنتاج ATP الطاقة؛ ولذلك توجد ثلاث عمليات لإنتاج ATP وهى:

نظام ATP-PC أو النظام الفوسفاتى System Phosphogen

ويتم إعادة بناء ATP فى هذا النظام من مركب واحد هو المركب الكيميائى الفسفوكرياتين.

نظام الجلكزة اللاهوائية Anaerobic Glycolysis
نظام حامض اللاكتيك The Lactic Acid System

يقوم بإعادة بناء ATP عن طريق التكسير الجزئى للجلوكوز أو الجليكوجين.

نظام الأكسجين Oxygen system: وهو يتكون من جزءين: أحدهما يعتمد على التمثيل الغذائى للكربوهيدرات والآخر يعتمد على التمثيل الغذائى للأحماض الدهنية وبعض الأحماض الأمينية ويتم ذلك من خلال الأكسدة Oxidation فى دورة كربس Krebs Cycle.



شكل (٥٢)

تحويل المواد الغذائية إلى المصدر المباشر للطاقة ATP

وهناك بعض النقاط الهامة التى يجب أخذها فى الإعتبار عند دراسة نظم الطاقة نوردها فيما يلى:

الطاقة الحرارية أضعاف الطاقة الميكانيكية:

من المعروف أن الطاقة لا توجد من العدم، ولكنها تتحول من شكل إلى آخر، ونحن حينما نقول مصطلح «إنتاج الطاقة» فنحن لا نعنى به

الإنتاج بمعناه الحرفى بقدر ما هو «تحول الطاقة» حيث تكون الطاقة كامنة فى شكلها الغذائى الكيميائى فى الكربوهيدرات والدهون والبروتين الذين يعتبرون الوقود الحقيقى لإعادة بناء المصدر المباشر للطاقة ATP، بالإضافة إلى المصدر الكيميائى الأسرع استخداما وهو المركب الكيميائى الفسفوكرياتين، وعندما يتكسر ATP فإنه يعطى طاقة تستخدم لتنفيذ الانقباض العضلى وهو الجزء الحركى من الطاقة فى شكله الميكانيكى وهو يمثل نسبة بسيطة تقدر بحوالى ٢٠٪ من كل الطاقة المتحررة، بينما تشكل الطاقة الحرارية حوالى ٨٠٪ وهذا بدوره يؤدى إلى تنشيط عوامل التخلص من الحرارة الزائدة.

الإنزيمات هى مفاتيح تفاعلات الطاقة:

لكى تتم عملية تحول الطاقة فإنها تمر بسلسلة من التفاعلات تتخذ خطوات مرتبة ولا يتم الانتقال من خطوة إلى أخرى إلا بفعل إنزيم معين، حيث تقوم الإنزيمات بحفز وتسريع التفاعلات المطلوبة لتحول الطاقة وبدونها لن تتحرر الطاقة، وتعمل الإنزيمات تحت تأثير كل من الحرارة ودرجة التوازن الحمضى القلوى لسوائل الجسم، فلكل إنزيم وسط معين من الحرارة وpH لكى ينشط وإذا ماتغير هذا الوسط لا ينشط الإنزيم أو يقل نشاطة وبالتالى تتأثر عمليات تحول الطاقة، فالحرارة الناتجة عن العمل العضلى ترفع درجة الجسم بدرجة بسيطة فتنشط الإنزيمات وتسرع عمليات تحول الطاقة، لذا ينصح بأهمية الإحماء قبل ممارسة الرياضة، ولكن يمكن أن يقل نشاط الإنزيمات إذا ما زادت درجة حرارة الجسم عند حد يصعب التخلص منه، كذلك الحال بالنسبة لدرجة pH، فعندما يزداد تراكم حامض اللاكتيك نتيجة قلة الأكسجين فى العضلة يميل وسط العضلة إلى الاتجاه الحمضى وبذلك لا تنشط الإنزيمات وتقل القدرة على إعادة بناء ATP.

دور الأكسجين فى تفاعلات تحول الطاقة:

إن الأكسدة لا تعنى أن يدخل الأكسجين فى عمليات الأكسدة بفقد الإلكترون أو الاختزال باكتساب الإلكترون، أن مصطلح الأكسدة يأتى من حقيقة أن الأكسجين لديه ميل لاكتساب الإلكترونات؛ ولذلك فهو يعتبر عامل أكسدة قوى، وبناء على هذه الحقيقة فإن الخلايا تصبح مستقبلا نهائيا للأكسجين فى نظام النقل الإلكترونى، ويتم تحول الطاقة بدون الأكسجين فى نظام ATP-PC، نظام حامض اللاكتيك ويطلق عليهما التمثيل الغذائى اللاهوائى Anaerobic Metabolism، بينما يتم تحول الطاقة فى وجود الأكسجين وتسمى التمثيل الغذائى الهوائى Aerobic Metabolism ويتم خلال هذه العملية إعادة بناء ATP ويتبقى ثانى أكسيد الكربون والماء حيث يتشكل الماء من خلال أيونات الهدروجين والإلكترونات التى تم إزالتها من دورة كربس وأكسجين الهواء الجوى الذى نتنفسه ويتم ذلك من خلال تفاعل خاص يسمى نظام النقل الإلكترونى The Electron Transport System.

دور NAD و FAD كعاملى أكسدة فى الطاقة الحيوية:

من بين عوامل الأكسدة هناك عاملان يلعبان دورا هاما فى تشكيل الطاقة الحيوية الخلوية هما:

- Nicotinamid Adenine Dinucleotid (NAD).
- Flavin Adennine Dinucleotid (FAD).

يمكن لكلا هذين العاملين خلال تشكيل الطاقة الحيوية أن يساهما فى عملية الاختزال والأكسدة، عند اكتساب كل منهما اثنين من الإلكترونات فى حالة تفاعل الاختزال والعكس عند فقد كل منهما اثنين من الإلكترونات فى حالة تفاعل الأكسدة.

مصادر الطاقة أثناء التدريب:

تتحول المواد الغذائية، الكربوهيدرات والدهون والبروتينات إلى مواد أخرى بسيطة يسهل على الجسم امتصاصها خلال عملية الدم ثم يقوم بتحويلها داخل الخلية إلى ATP المصدر المباشر للطاقة الحيوية، وهى تستخدم بصفة يومية لتوفير الطاقة سواء أثناء العمل أو الراحة، وعلى سبيل المثال يخزن الكبد والعضلات من الكربوهيدرات طاقة حوالى ٢٠٠٠ سعر كبير وهى مقدار من الطاقة يكفى لقطع مسافة ٣٢ كيلو مترا جريا، بينما تخزن فى الدهون طاقة تعادل حوالى ٧٠,٠٠٠ سبعين ألف سعر كبير، ويحتوى الجرام الواحد من الكربوهيدرات على حوالى ٤ سعر حرارى كبير، .ومن الدهون على ٩ سعرات حرارية كبيرة، ومن البروتين على ٤ سعرات حرارية كبيرة.

المصادر الإضافية للطاقة

يتم إعادة بناء ATP عن طريق بعض المصادر الأخرى خلافا للمواد الغذائية والتى يتم تكوينها داخل الجسم مثل الفوسفوكرياتين ومن خلال حامض اللاكتيك والحامض الأمينى آلانين Alanine وهو أسرع مصدر لإعادة بناء ATP ودون الحاجة إلى الأكسجين.

جدول (٣٢)

مصادر الطاقة المخزونة من الكربوهيدرات والدهون

عن: (Wilmore J.,K. and Costil,1994)

المصدر	المكان	جرام	سعر حرارى كبير
الكربوهيدرات	جليكوجين الكبد	١١٠	٤٥١
	جليكوجين العضلة	٢٥٠	١٠٢٥
	جلوكوز سوائل الجسم	١٥	٦٢
	المجموع	٣٧٥	١٥٣٨
الدهون	تحت الجلد	٧٨٠٠	٧٠٩٨٠
	داخل العضلات	١٦١	١٤٦٥
	المجموع	٧٩٦١	

دورة كورى Cori Cycle

من خلال هذه الدورة يتحول حامض اللاكتيك الذى أنتجته العضلة كمخلفات للتمثيل الغذائى اللاهوائى إلى الجليكوجين، حيث ينقله الدم إلى الكبد الذى يقوم بتحويله إلى جليكوجين والذى بدوره يمكن أن يتحول إلى جلوكوز ينقله الدم إلى العضلات مرة أخرى كوقود للطاقة، وتتم هذه الدورة خلال الراحة بعد التدريب وكذلك أثناء التدريب، ويمكن أن يتم ذلك بوضوح بالنسبة لمتسابقى المارثون، حيث يتجمع بعض من حامض اللاكتيك فى بداية السباق، وهذه الكمية من حامض اللاكتيك يمكن أن تستخدم من خلال دورة كورى كمصدر للطاقة مرة ثانية، مع ملاحظة أن هذه العملية تعتبر محدودة أثناء التدريب، نظرا لقلة سريان الدم إلى الكبد وتوجهه إلى العضلات العاملة.

الحامض الأمينى آلانين Alanine

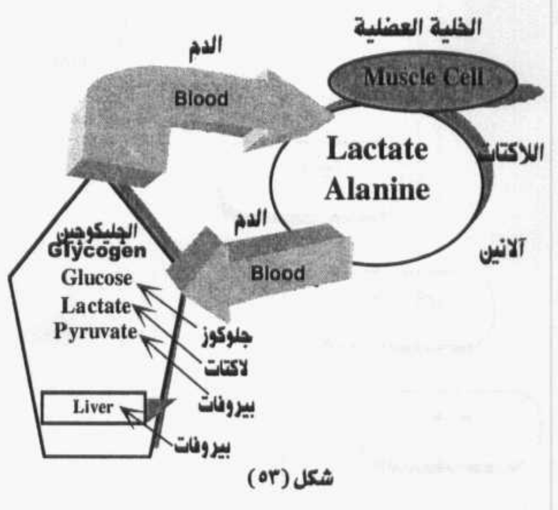
حامض آلانين هو حامض يتم إنتاجه خلال عملية الجلكزة، وهذا الحامض يلعب دورا هاما فى بناء البروتين ويكون مخزنا فى العضلات ويظهر فقط فى وقت المجاعة أو التدريبات الطويلة، وفى هذه الحالة ينقله الدم إلى الكبد الذى يقوم بتحويله إلى جلوكوز بواسطة عملية جلكونيوجينيسيس Gluconeogenesis ثم يعود مرة ثانية إلى العضلة.

نظم الطاقة الحيوية فى المجال الرياضى

لا يمكن أن يحدث الانقباض العضلى المسئول عن الحركة أو عن تثبيت أوضاع الجسم بدون إنتاج طاقة، ونحن هنا نقول تجاوزا «مصطلح إنتاج طاقة» وفى الحقيقة هو «تحويل الطاقة»، وليست الطاقة المطلوبة لكل انقباض عضلى أو لكل أداء رياضى متشابهة أو بشكل موحد، فالطاقة اللازمة للانقباض العضلى السريع تختلف عن الطاقة اللازمة للانقباض العضلى المستمر لفترة طويلة، حيث يشتمل الجسم على نظم مختلفة لإنتاج الطاقة السريعة أو الطاقة البطيئة تبعا لاحتياجات العضلة وطبيعة الأداء الرياضى؛ ولذلك فإن تدريب نظم الطاقة ورفع كفاءتها يعنى رفع كفاءة الجسم فى إنتاج الطاقة، أى رفع كفاءة الجسم فى الأداء الرياضى؛ ولذلك أصبحت برامج التدريب كلها تقوم على أسس تنمية نظم الطاقة، وأصبحت طرق التدريب الرياضى وأهدافه واختبار مستوى الرياضى وتوجيهه ووصف الغذاء المناسب له والمحافظة على وزنه، كل هذه العمليات الأساسية التى يقوم عليها التدريب الرياضى تقوم أساسا على الفهم التطبيقى لنظم الطاقة وأصبحت نظم الطاقة وتنميتها هى لغة التدريب الرياضى الحديث والمدخل المباشر لرفع مستوى الأداء الرياضى دون إهدار للوقت والجهد الذى يبذل فى اتجاهات تدريبية أخرى بعيدة كل البعد عن نوعية الأداء الرياضى التخصصى.

تختلف هذه النظم فيما بينها فى سرعة تحويل الطاقة، وتهدف هذه النظم جميعا إلى إعادة تكوين المركب الكيميائى ATP نظرا لأن كمية ATP المخزونة فى العضلات قليلة ولا تكفى للاستمرار فى العمل إلا لبضعة ثوان معدودة؛ ولذلك تعمل نظم الطاقة على إعادة بناء هذا المركب بعد انشطاره حتى يستمر فى توليد الطاقة اللازمة للانقباض العضلى، وتختلف نظم الطاقة فى عملية استعادة تكوين هذا المركب، حيث تتم هذه العملية بدون الأكسجين وهى الطريقة

الأسرع أو بالأكسچين وهى الطريقة الأبطأ، ولكن يتحدد النظام المستخدم تبعا لطبيعة الأداء البدنى نفسه وسرعته وفترة استمراره.



شكل (٥٣)

دورة كورى لتحويل اللاكتيك والآلانين إلى جليكوچين فى الكبد وعودته فى شكل جلوكوز للعضلة

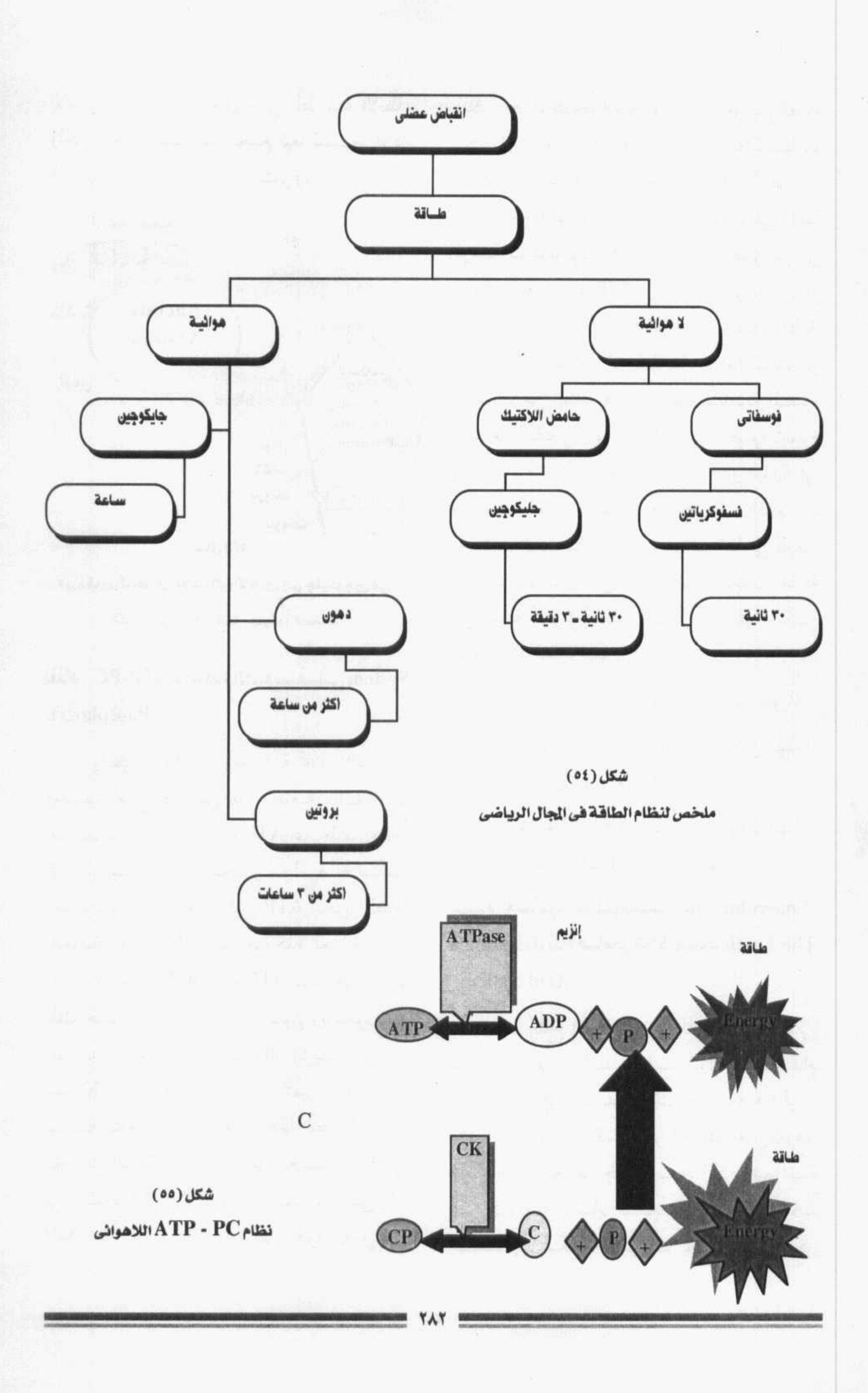
نظام ATP-PC أو النظام الفوسفاتى System Phosphogen

يتميز هذا النظام بسرعة تحويل الطاقة، ويعتبر أسرع نظام من نظم الطاقة عامة؛ لأنه يعتمد على إعادة بناء ATP عن طريق مادة كيميائية أخرى مخزونة بالعضلة تسمى الفسفوكرياتينPC فعند تكسر ATP لتحرير الطاقة الميكانيكية والحرارية يتبقى من هذه العملية ADP والذى يستخدم لإعادة بناء ATP مرة أخرى ويتم ذلك حين يتكسر الفسفوكرياتين ويتحول إلى فوسفات وكرياتين بواسطة إنزيم كرياتين كينيز(Creatine Kinase(CK، وتتميز هذه العملية بسرعة إنتاج الطاقة، ويعتبر هذا النظام أساسيا لتحويل الطاقة عند أداء العمل العضلى الأقصى فى حدود ١٥-٣٠ ثانية، حيث لا تكفى PC لإعادة بناء ATP عند زيادة طول فترة العمل عن ذلك، حيث تتجه العضلات إلى تحويل الطاقة اللاهوائية عن طريق نظام حامض اللاكتيك، ويمكن أن يتم تحرير الطاقة من ADP لإعادة بناء ATP نظرا لكونه مازال يحتوى على رابطة فوسفات قوية ويتم ذلك باستخدم جزيئين من ADP لبناء جزىء ATP ويتبقى أدينوسين مونو فوسفات (Adenosine monophosphate (AMP وهو لا يستخدم فى الطاقة، وهذا النظام هو المسئول عن الطاقة فى الأنشطة الرياضية المميزة بالسرعة القصوى والقوة العظمى والقوة المميزة بالسرعة، مثل العدو مسافات قصيرة أو البداية فى مسابقات المضمار والسباحة، وفى كرة القدم عند الحركات السريعة كالركل والوثب كما فى الرمى والوثب بأنواعه، وفى هذه الأنشطة تكون الحاجة إلى سرعة تحويل الطاقة أكثر من كميتها وتكمن سرعة هذا النظام فيما يلى:

* لا يعتمد على تفاعلات كيميائية طويلة.
* لا يعتمد على نقل أكسچين الهواء الجوى إلى العضلات العاملة.
* ما تحتاج إليه العضلة من مخزون مصادر الطاقة ATP-PC مخزن بها.

نظام الجلكزة اللاهوائية Anaerobic Glycolysis نظام حامض اللاكتيك The Lactic Acid System

يتم إنتاج الطاقة اللازمة للانقباض العضلى باستخدام هذا النظام أيضا بدون استخدام الأكسچين غير أن مصدر إنتاج الطاقة هنا ليس PC ولكن مصدر غذائى هو الجليكوجين، وهو فى الأصل ينتج عن طريق المواد الكربوهيدراتية التى يتناولها الإنسان فتتحول خلال عمليات الهضم إلى سكر جلوكوز ثم يخزن هذا السكر



شكل (٥٤)

ملخص لنظام الطاقة فى المجال الرياضى

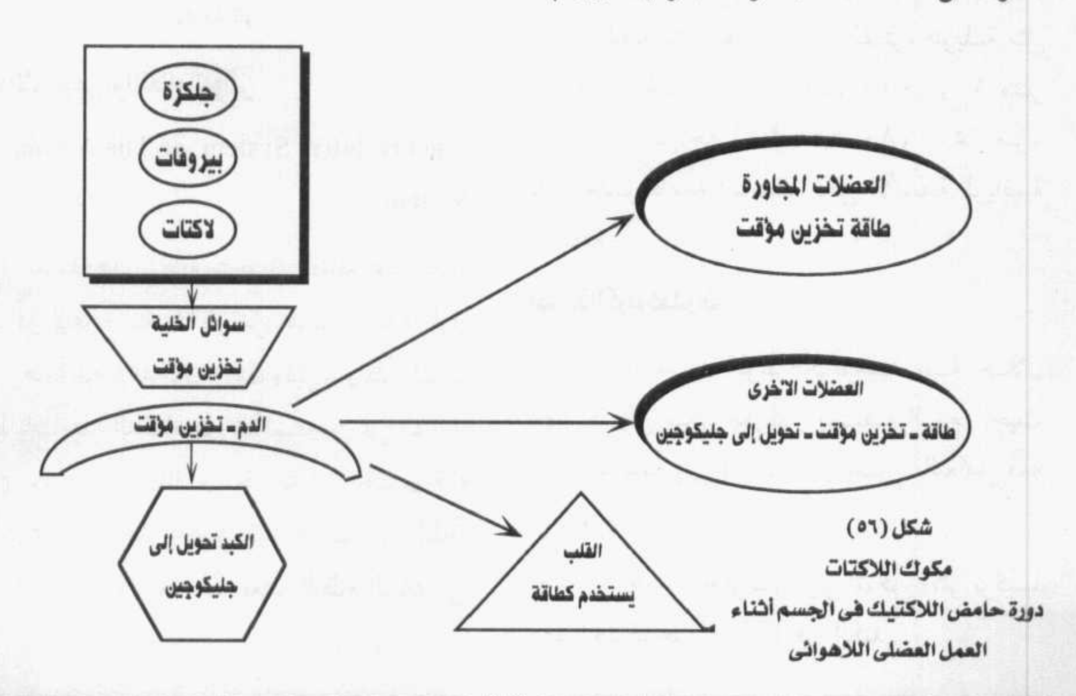
شكل (٥٥)

نظام ATP - PC اللاهوائى

الجلوكوز فى العضلات والكبد، ولكن تخزينه لايكون فى شكل سكر الجلوكوز ولكن فى شكل مركب أكثر تعقيدا هو الجليكوجين، حيث ينشطر الجليكوجين ويتحول إلى سكر جلوكوز ثم إلى حامض اللاكتيك ويساعد على إعادة بناء ATP لإنتاج الطاقة اللازمة، ونظرا لتوقف سلسلة التفاعلات الكيميائية حتى مستوى حامض اللاكتيك، يسمى هذا النظام بنفس الاسم أو الجلكزة اللاهوائية، وتتم هذه التحولات من خلال سلسلة تتكون من ١٢ تفاعلا كيميائيا، وكل من هذه التفاعلات له إنزيمه الخاص اكتشفها العالمان الألمانيان جوستاف أيمبدن وأوتو مايرهوف Gustav Embden and Otto Meyerhof خلال الثلاثينيات من القرن العشرين، ويرجع سبب توقف هذا النظام عند حامض اللاكتيك، نظرا لأن زيادة تراكم حامض اللاكتيك فى العضلة يؤدى إلى انخفاض درجة pH داخل الخلايا العضلية مما يؤدى إلى تثبيط إنزيم فسفو فركتو كينيز Phosphofructokinase(PFK) وهو الإنزيم المسئول عن تفاعلات الجلكزة اللاهوائية، ويجب التفرقة بين تركيب كل من حامض اللاكتيك Lactic Acid واللاكتات Lactate، حيث إن اللاكتات هو ناتج حامض اللاكتيك بعد تخلصه من الهدروجين واتحاد الباقى مع الصوديوم أو البوتاسيوم لتكوين الملح، ويتم إنتاج حامض اللاكتيك من خلال الجلكزة اللاهوائية ولكنه بسرعة ينفصل وتكون ملح اللاكتات.

ويتم بناء عدد قليل من جزيئات ATP مقارنة بالتمثيل الغذائى الهوائى، حيث يمكن إعادة بناء عدد ٣ مول ATP من كمية مقدرها ١٨٠ جراما من الجليكوجين، وعلى العكس من ذلك فى حالة توافر الأكسجين تنتج نفس الكمية ٣٩ جزىء ATP.

ولكن سرعة إنتاج الطاقة فى هذا النظام أقل من نظام الفوسفات ولكنها تتميز بزيادة فترة استمرار الأداء تحت هذا النظام والذى يمكن أن يتراوح مابين ٣٠ ثانية حتى ٦ دقائق، ويعتبر هذا النظام مسئولا عن تحديد تحمل الأداء فى مسابقات ١٠٠ متر، ٢٠٠متر، و١٠٠٠، و٤٠٠متر.



شكل (٥٦)
مكوك اللاكتات
دورة حامض اللاكتيك فى الجسم أثناء العمل العضلى اللاهوائى

Glucose
Glucos-6-Phosphate
Fructose -6-Phosphate
Fructose -1,6-Bisphosphate
Glyceraddehyde-3-phosphate+Dihydroxyacetone phosphate
Glyceradldehyde-3-phosphate
1.3 Disphosphoglycerate
3- Phosphoglycerate
2- Phosphoglycerate
Phosphoenolpyruvate
Pyruvate
Lactate

شكل (٥٧)

خطوات تفاعلات التمثيل الغذائى

اللاهوائى للجلوكوز

نظام الأكسجين أو النظام الهوائى

The Oxidative System or The Aerobic System

يعتمد هذا النظام لتحويل الطاقة على ثلاثة مصادر لإعادة بناء ATP عن طريق أكسدة المواد الكربوهيدراتيه والدهون والبروتين، ونظرا لتوافر متطلبات هذا النظام من الأكسجين فى الهواء الجوى ومصادر الطاقة المخزونة فى الجسم فإنه يتميز بمقدرته على تحويل قدر كبير من الطاقة ولفترة طويلة؛ ولذلك فهو يعتبر النظام السائد فى الأنشطة البدنية التى تستمر لفترة طويلة وهى أنشطة التحمل، كما أنه أيضا يعتبر قاعدة أساسية لأنشطة القوة والسرعة اللاهوائية لكونه عاملا مساعدا على سرعة الاستشفاء خلال فترات الراحة البينية، وتعتمد الأنشطة البدنية اليومية العادية على هذا النظام، ويصل معدل الاستهلاك إلى مستواه الأقصى خلال بضعة دقائق، كما يرتبط هذا النظام أيضا بعمل وكفاءة أجهزة أخرى مسئولة عن توفير الأكسجين كالجهاز الدورى والجهاز التنفسى والدم؛ لذلك أصبح الاهتمام بتدريبات العمل الهوائى لا تقتصر على الرياضيين فقط، بل أصبحت التدريبات الهوائية هى أساس برامج ممارسة الرياضة بهدف الوقاية الصحية وتحسين وظائف القلب والأوعية الدموية والجهاز التنفسى وضبط الوزن، وهذا يرجع أيضا لانخفاض شدة الحمل البدنى المستخدمة فى تشكيل هذا النوع من التدريبات.

وبمقارنة هذا النظام بالنظام اللاهوائى نجد أن سرعة إنتاج الطاقة فى هذا النظام يوجد فى الأنشطة التى تتطلب الأداء لفترة طويلة مثل سباقات الجرى ٥٠٠٠ متر و١٠,٠٠٠ متر والمارثون والسباحة لمسابقات ٨٠٠، ١٥٠٠ متر، كما يعتبر قاعدة أساسية لكل الأنشطة الرياضية المختلفة.

أكسدة الكربوهيدرات:

- تتحول المواد الكربوهيدراتية خلال الهضم إلى سكر جلوكوز يمتصه الدم، حيث يحول معظمه إلى الكبد الذى يقوم بالتعامل معه وفقا لما يلى:

- تحويل الجلوكوز إلى شكل أكثر تركيبا وهو الجليكوجين لتخزينه فى الكبد.

- أكسدة السكر لإعادة بناء ATP لوظائف الكبد ذاته.

- إعادة تحويل الجليكوجين إلى جلوكوز لنقله فى الدم إلى العضلات عند الحاجة إليه.

- تحويل الجلوكوز الزائد عند التخزين إلى أحماض دهنية لنقلها خلال الدم لتخزينها فى الخلايا الدهنية.

أما الجلوكوز الذى ينقله الدم إلى العضلات فيمكن تحويله مباشرة إلى جلوكوز سداسى الفوسفور G-6-P الذى يستخدم فى عملية الجلكزة Glycolysis فى حالة الحاجة على الطاقة أو يحول إلى جليكوجين فى العضلة فى حالة عدم الحاجة إليه، وفى أثناء التدريب عندما تحتاج خلايا العضلة إلى المزيد من الطاقة يقوم الكبد بتحويل الجليكوجين المخزون به إلى جلوكوز لنقله إلى الأنسجة التى تحتاج إليه، والجليكوجين هو عديد التسكر يتم بناؤه فى الخلايا عن طريق ارتباط جزيئات الجلوكوز معا؛ ولذلك فإن جزىء الجليكوجين أكبر حجما ويتكون من مئات أو الآلاف من جزيئات الجلوكوز وخلال التدريب يتم تحويل الجليكوجين إلى جلوكوز، وهذه العملية تسمى جليكوجينوليسيس Glycogenolysis حيث يستخدم الجلوكوز كمصدر للطاقة، ويتم تخزين الجليكوجين فى الكبد والعضلات، وبصفة عامة فإن كمية الجليكوجين فى الجسم قليلة وتنفد خلال بضعة ساعات أثناء التدريب؛ لذلك تهدف عمليات الاستشفاء إلى سرعة إعادة تخزينه مرة أخرى، وتساعد على ذلك الوجبات الغنية بالكربوهيدرات.

وتتم اكسدة الكربوهيدرات بواسطة ثلاث عمليات هى:

- الجلكزة.
- دورة كربس.
- سلسلة نقل الإلكترون.

يلعب الجليكوجين دورا هاما فى العمل العضلى الهوائى الذى يتطلب الأداء المستمر لفترة طويلة وتزداد السعة الهوائية كلما تزايد مخزون العضلات من الجليكوجين بنسبة ٥٠-٦٠٪ أو أكثر، وهناك علاقة ارتباطية بين مستوى تخزين الجليكوجين بالعضلات والقدرة على الاستمرار فى الأداء لفترة طويلة، وعند أداء الحمل البدنى بشدة ٦٠-٧٠٪ من مستوى الحد الاقصى لأستهلاك الأكسجين فإن مصدر الطاقة أثناء ذلك يعتمد على استخدام جليكوجين العضلة بنسبة ٥٠-٨٥٪ وكلما زاد استهلاك مخزون الجليكوجين بالعضلة تزداد نسبة الاعتماد على استهلاك جلوكوز الدم والتى تبلغ حوالى ١٠-١٥٪ فى بداية العمل وتصل إلى نسبة ٥٠٪ حالة زيادة التعب، أى أن جليكوجين الكبد يظهر دوره فى حالات التعب.

الجلكزة Glycolysis

وهى أول سلسلة تفاعلات تشارك فى تكسير الجليكوجين هوائيا وتحويله إلى ثانى أكسيد الكربون والماء، وتتم عملية الجلكزة للكربوهيدرات فى بدايتها بدون الأكسجين وهى الجلكزة اللاهوائية والتى تنتهى بتكوين حامض اللاكتيك وينتج عن هذه العملية ٣ مول ATP، وفى حالة توافر الأكسجين يتم عدم استكمال سلسلة التفاعلات الكيميائية وهى الجلكزة الهوائية عندما يتكون حامض البيرفيك Pyruvic Acid وهو التفاعل رقم ١١ فى سلسلة تفاعلات الجلكزة اللاهوائية التى تنتهى بالتفاعل رقم ١٢

وهو حامض اللاكتيك، وتتم عملية الجلكزة الهوائية داخل الميتوكوندريا كما يلى:

- فى وجود الأكسچين أيضا يتحول حامض اللاكتيك إلى حامض بيروفيك بمساعدة إنزيم لاكتات دى هدروچين.

- يتحول حامض البيروفيك إلى أستيل كو إنزيم أيه Acetyl Coenzyme A(Acetyl CoA)

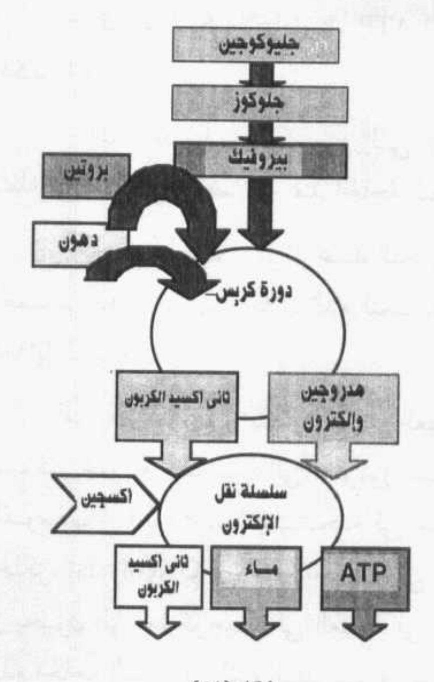
- يدخل Acetyl CoA إلى دورة كربس.

وبناء على ما سبق يتضح أن وجود الأكسچين يثبط تجمع حامض اللاكتيك ولكنه لا يعيد بناء ATP.

دورة كربس Krebs Cycle

هى سلسلة من التفاعلات الكيميائية التى تتم فى نهايتها الأكسدة الكاملة وتسمى باسم العالم Sir Hans Krebs والذى اكتشفها وحصل على هذا الاكتشاف على جائزة نوبل عام ١٩٥٣ فى الفسيولوچى، وتسمى أيضا دورة تراى كربوكسيلك أسيد Tricarboxylic Acid كما أنها أيضا تسمى دورة حامض السيتريك Citric Acid Cycle بعد وجود بعض المكونات الكيميائية فى هذه الدورة، وفى نهاية دورة كربس يتكون ٢ مول من ATP وكربون وهدروچين، وهنا يتحد الكربون مع الأكسچين ليكون ثانى أكسيد الكربون الذى يخرج من الخلية إلى الدم الذى ينقله إلى الجهاز التنفسى ليخرج من الجسم مع هواء الزفير.

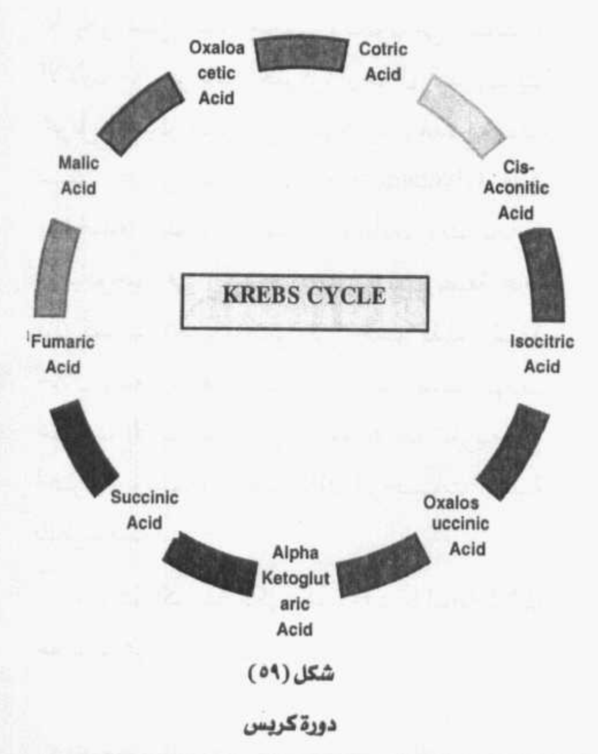
نذكر أن الأكسدة تعنى فصل الإلكترونات من المركب الكيميائى، وتنفصل الإلكترونات فى شكل ذرات هدروچين، وتحتوى ذرة الهدروچين على البروتون إيجابى الشحنة، وهو هنا أيون الهدروچين والإلكترون سالب الشحنة، ويصبح المركب الكيميائى مؤكسدا عند إزالة ذرة



شكل (٥٨)

دورة كربس وسلسلة نقل الإلكترون

الهدروچين منه، وتتم عملية تكوين ثانى أكسيد الكربون وإزالة الإلكترونات فى دورة كربس كما يلى:



شكل (٥٩)

دورة كربس

- يحتـوى حامض البيـرفيك على الكربون والهدروچين والأكسچين.

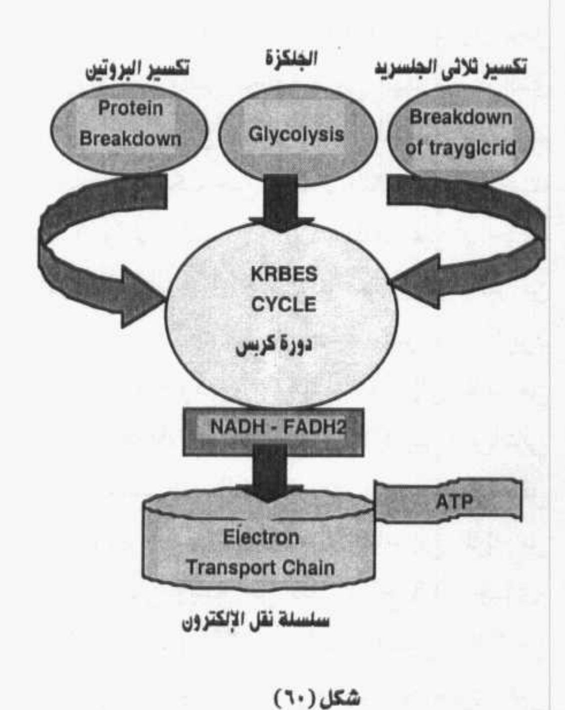
- عندمـا يتم فـصل الهـدروچين يتـبـقى الكربون والأكسچين.

- يتحد الكربون والأكسچين لتكوين ثانى أكسيد الكربون.

سلسلة نقل الإلكترون

The Electron Transport Chain

يستـمر تكسـير الجليكوجيـن ويخرج ثانى أكـسـيـد الكـربون، ويتكون الماء مـن أيونات الهـدروچيـن والإلكتـرونات المنفـصلة من دورة كربس والأكـسچين الذى نتنفسه، ويزيد انفـصال الهدروچيـن بكمية كـبيـرة خلال عمليـة الجلكزة لتحـويل الجلوكوز إلى بيـروفيك وكـذلك خلال دورة كربس، وبطبـيعـة الحال إذا استـمرت هذه



شكل (٦٠)

مصادر الطاقة الهوائية

الزيادة فى تجمع الهدروچين تزداد درجة الحمضية داخل الخلية الـعضلية؛ لذلك لابد مـن التخلص من هذا الهــدروچين، وهنا تقـوم سلـسلة نقل الإلكترون بسلسلة تفاعلات كيميائية ترتبط بدورة كربس كما يلى:

- يتـحـد الهدروچيـن الناتج عن الجلكزة ودورة كربس مع اثنين من الكوإنزيم هما:

- Nicotinamid Adenine Dinucleotid (NAD).

- Flavin Adennine Dinucleotid (FAD).

وهمـا يحـمـلان ذرات الـهـدروچين إلى سلسلة نقـل الإلكتـرون، حـيث ينفـصـلان إلى بروتونات وإلكترونات.

- وفى نهاية السلسلة يتحد الهدروچين مع الأكسچين ليكونا معا الماء، وهذا يحمى الخلية من الحمضية.

- تمر الإلكترونات المنفصلة من الهدروچين خـلال سلسلة نقل الإلكتـرون لتـوفيـر طاقـة تسـتخـدم لإعـادة بناء ATP من المركب ADP.

أكسدة الدهون:

توجـد الـدهون فى الجـسم فـى أشكال مختلفـة، ولكنها جميعا تحتـوى على الأحماض الدهنية Fatty Acids التى تعـتبر البنـاء الأساسى للدهون.

الفوسفوليبدات Phospholipids

تقـوم الفوسـفوليـبدات بدور فى تركـيب الغشاء الخلوى وبلازما الدم.

الليبوبروتينات Lipoproteins

تقوم الليبوبروتينات بدور الناقلات للدهون من الأمعاء الدقيقة إلى الكبد ومن الكبد إلى الخلايا الدهنية، ويقوم بهذه العملية نوعان من الليبوبروتينات وهما الليبوبروتين منخفض الكثافة LDL) Low- density Lipoprotein والليبوبروتين منخفض الكثافة جدا (VLDL) Very Low- density Lipoprotein وهما يمثلان عامل خطورة لأمراض القلب التاجية، ويقوم الليبوبروتين مرتفع الكثافة بالمشاركة فى تكسير الكوليستيرول؛ ولذلك أثبتت الدراسات العلمية الحديثة أن زيادة مستويات هذا الليبوبروتين مرتفع الكثافة تقى من الإصابة بأمراض القلب وتزيد ممارسة الرياضة منه فى الدم.

ثلاثى الجلسريد Triglycerides

هو مخزون الدهون فى الخلايا الدهنية والذى يتم تحويله بالتحلل المائى إلى أحماض دهنية ينقلها الدم إلى الخلايا العضلية لاستخدامها كوقود للطاقة، وتخزن العضلات حوالى ٢٪ من دهون الجسم، بينما يخزن الباقى فى الأنسجة الدهنية. ويمكن للعضلات أن تستخدم مخزونها من الدهون كوقود للطاقة كما يمكنها استخدام ما يرد إليها من أحماض دهنية حرة تستقبلها العضلة من الكبد أو من الخلايا الدهنية، وفى أثناء الراحة يعتبر الوقود الرئيسى للطاقة هو الدهون وكذلك عند أداء الأحمال البدنية متوسطة الشدة ذات الدوام الطويل وعند مستوى ٥٠-٦٠٪ من الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين ،وكلما زادت شدة الحمل من ٦٠- ٩٠٪ من الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين اتجه التمثيل الغذائى إلى الاعتماد على الجليكوجين.

يمكن للجليكوجين المخزون فى العضلات والكبد تحويل حوالى ١٢٠٠-٢٠٠٠ سعر كبير للطاقة، وفى بعض الأنشطة الطويلة لا تكفى هذه الكمية متطلبات الطاقة؛ لذلك تزداد مساهمة الدهون كمصدر للطاقة كلما طالت فترة العمل العضلى، حيث يخزن الجسم حوالى ٧٠٠٠٠- ٧٥٠٠٠ سعر كبير فى شكل الدهون، وتتم عملية استخدام الدهون كمصدر للطاقة بتكسير ثلاثى الجلسريد إلى مكوناته الأساسية وهى جزىء واحد من الجلسريد وثلاثة جزيئات من الأحماض الدهنية الحرة، وهذه العملية تسمى ليبوليسيس Lipolysis وتتم بواسطة إنزيمات تسمى ليباسيس Lipasis، ويقوم الدم بنقل الأحماض الدهنية الحرة إلى الألياف العضلية، وفى داخل الميتوكوندريا تقوم إنزيمات الأكسدة بيتا Beta Oxidation بتحويل الأحماض الدهنية إلى حامض أسيتيك Acetic Acid الذى يتحول بدوره إلى أستيل كو إنزيم أيه Acetyl Coenzyme A(Acetyl CoA) الذى بدوره يدخل دورة كربس والتى تخلصه من الهدروچين الذى ينتقل بدوره إلى سلسلة نقل الإلكترون كما يتم بالنسبة للجليكوجين ويكون الناتج هو إعادة بناء ATP وثانى أكسيد الكربون والماء، غير أن جزىء الأحماض الدهنية الحرة يحتاج إلى كمية أكبر من الأكسچين لاحتوائه على عدد أكبر من الكربون مقارنة بالجلوكوز، وهذا يؤدى إلى المزيد من Acetyl CoA الذى يدخل دورة كربس، وبالتالى يزيد إرسال الإلكترونات إلى سلسلة نقل الإلكترون، وبالتالى تحتاج الأكسدة إلى المزيد من الأكسچين وينتج عن ذلك إنتاج ١٢٩ جزىء ATP مقابل ٣٩ من الجليكوجين و ٣٨ من الجلوكوز، وحيث إن جرام الدهون يحتوى على

عدد سعرات أكثر من الكربوهيدرات إلا أن مول الدهون ينتج ٥,٦ جزيء ATP مقابل جزيء من الأكسجين الذى ينتج ٦,٣ جزيء ATP من جرام الكربوهيدرات؛ ولهذا يفضل استخدام الكربوهيدرات كمصدر للطاقة أثناء النشاط البدنى لقلة حاجتها للأكسجين وسرعة إنتاجها للطاقة.

أكسدة البروتين:

من خلال عملية الهضم يمتص البروتين من الأمعاء الدقيقة ويحول إلى الكبد على شكل أحماض أمينية لبناء الخلايا، كما يستخدم كمصدر للطاقة فى ظروف معينة، وقد أصبح الآن من المعروف أن البروتين يساهم فى الطاقة بنسبة أكبر مما كان يعتقد تصل إلى أكثر من ١٠٪ من الطاقة المطلوبة فى التدريب، يقوم الكبد بعد وصول الأحماض الأمينية إليه بالتعامل معها بعدة طرق:

١- تمريرها إلى الدم مباشرة لنقلها إلى مختلف خلايا الجسم.

٢- بناء خلايا الكبد ذاته.

٣- تحويلها إلى دهون أو تحويلها لإنتاج الطاقة منها.

تعتبر الكربوهيدرات والدهون هى وقود الطاقة بالجسم، وبالرغم من ذلك فإن بعض الأحماض الأمينية تتحول إلى جلوكوز عن طريق عملية جلكونيوجينيسيس Gluconeogenesis أو تحويل الأحماض الأمينية إلى أستيل كو - ايه وأحماض دهنية حرة أو بيروفيك لكى يدخل عملية الأكسدة فى دورة كربس سلسلة نقل الإلكترون، هذا بالإضافة إلى إمكانية أكسدة كمية بسيطة من الأحماض الأمينية مباشرة فى العضلة.

نظم الطاقة أثناء الراحة والجهد

تقوم عملية التمثيل الغذائى باستمرارية توليد الطاقة اللازمة للجسم تبعا لمتطلباتها، سواء كان ذلك أثناء الراحة أو أثناء الجهد البدنى، وتختلف مستويات توليد الطاقة فى الجسم تبعا لاختلاف مستوى أنشطة الجسم وتأثير البيئة عليه؛ ولذا يمكن وضع تقسيم عام لمستويات توليد الطاقة فى الجسم يشمل ما يلى:

التمثيل الغذائى القاعدى:

وهو مقدار الطاقة الأساسية التى يولدها الجسم فى حالة الراحة المطلقة للعضلات وقبل أو بعد ١٢ ساعة من تناول الطعام وفى درجة حرارة محيطه ٢٠-٢٢ درجة مئوية، ويبلغ مقدار التمثيل الغذائى القاعدى للإنسان البالغ الذى وزنه ٧٠ كيلو جراما حوالى ١٧٠٠ سعر كبير خلال فترة ٢٤ ساعة ويقل أو يزيد عن ذلك بحوالى ١٥٪ تبعا للعوامل المؤثرة عليه، وهذه الطاقة مسئولة عن نشاط أجهزة الجسم الحيوية وجميع الخلايا، وهناك كثير من العوامل تؤثر على التمثيل الغذائى القاعدى، فهو يقل لدى الإناث بمقدار حوالى ٥٪ ويرتبط بمقدار مسطح الجسم فكلما زاد مسطح الجسم زاد التمثيل الغذائى القاعدى؛ ولذا يحسب بمقدار السعرات الحرارية التى يحتاجها المتر المربع فى الساعة، ويقل كلما تقدم العمر فهو يبلغ لدى الأطفال قبل خمس سنوات ٥٠-٥٥ سعرا / متر مربع / ساعة، وللشباب ٤٤ سعرا وللكبار ٣٧ سعرا، وللمسنين ٣٤ سعرا، ويمكن حساب التمثيل الغذائى القاعدى بمعادلة كما يلى:

للرجال = ١٠,٢ × وزن الجسم بالكيلو جرام + ٨٩٧ = سعرا/ يوم

للسيدات = ٧,١٨ × وزن الجسم بالكيلوجرام + ٧٩٥ = سعرا / يوم

ويتأثر بمستوى النشاط الحركى، فهو يكون أكثر ويستمر لفترة طويلة عاليا بعد ممارسة الرياضة، وهذا يساعد فى إنقاص الوزن، كما يتأثر بنوعية الغذاء ويؤدى الجوع لفترة طويلة إلى نقص التمثيل الغذائى القاعدى ويتحكم فى تنظيمه نشاط الجهاز العصبى والهرمونى، فهو يرتفع وينخفض تبعا لزيادة أو نقص إفرازات هرمونات الغدة الدرقية والنخامية، ويظهر لدى متسابقى الجرى مسافات طويلة انخفاض فى التمثيل الغذائى القاعدى بصفة عامة نتيجة الاقتصاد فى عمليات الأكسدة وقلة احتياطى الطاقة الكامنة لديهم فى دهون الجسم، وقد يكون هذا من أسباب ظهور صيحة جديدة فى تغذية هؤلاء الرياضيين بالمزيد من الدهون التى تستهلك فى التدريب اليومى الذى يتطلب مقدارا كبيرا من الطاقة لا تستطيع مخازن الجليكوجين فى الجسم مواجهته.

١- التمثيل الغذائى فى حالة الراحة النسبية

يزيد مقدار التمثيل الغذائى فى حالة الراحة النسبية عنه فى حالة الراحة المطلقة، حيث تستخدم الطاقة الزائدة فى كثير من العمليات، مثل هضم الطعام وتنظيم درجة حرارة الجسم والاحتفاظ بأوضاع الجسم، وتزيد عملية توليد الطاقة تبعا لنوعية الطعام فتكون الزيادة ٣٠٪ لهضم الدهون و٤-١٥ ٪ لهضم الكربوهيدرات والدهون، وتظل هذه الزيادة مرتفعة حتى بعد تناول الطعام بفترة تزيد على ٥-٦ ساعات، كما يزيد معدل توليد الطاقة فى الجو البارد ٣-٤ مرات أكثر من مستوى التمثيل الغذائى القاعدى، كما تزيد الطاقة لعمل المجموعات العضلية المسئولة عن الاحتفاظ بوضع الجسم، ففى وضع الجلوس تزيد الطاقة بمقدار ٥-١٥٪ وتكون الزيادة فى وضع الوقوف من ١٥-٣٠٪ مقارنة بوضع الجلوس.

وتزيد الطاقة فى حالة الراحة النسبية لاستعادة الاستشفاء بعد الجهد البدنى لتوفير الطاقة اللازمة للتفاعلات الكيميائية لأكسدة حامض اللاكتيك بالعضلات، وتزيد أيضا الطاقة فى حالة ما قبل المنافسة لإعداد أجهزة الجسم لمقابلة الجهد البدنى خلال المنافسة.

وبصفة عامة، فإن الطاقة التى يولدها الجسم أثناء التمثيل الغذائى القاعدى أو أثناء الراحة يكون مصدرها عادة هو الدهون بالدرجة الأولى وتشكل حوالى ثلثى الطاقة، بينما تشكل الكربوهيدرات الثلث الباقى وباستخدام نظام الطاقة الهوائى، ولا يستخدم النظام اللاهوائى لكفاية الإمداد بالأكسچين؛ ولذلك يلاحظ أن مستوى تركيز حامض اللاكتيك فى الدم يظل ثابتا لا يتغير حوالى ١٠ مللى جرام لكل ١٠٠ مللى لتر من الدم أو أقل من المللى مول الواحد، ويرجع ذلك إلى دور إنزيم LDH وهو الإنزيم المسئول عن تحويل حامض البيروفيك إلى حامض اللاكتيك.

٢- التمثيل الغذائى أثناء الجهد البدنى

يؤدى الجهد البدنى إلى زيادة كبيرة فى توليد الطاقة فمثلا تزيد الطاقة، عند المشى ٨٠-١٠٠٪ وفى الجرى ٤٠٠٪ مقارنة بالراحة، ويحتاج الرياضى يوميا إلى المزيد من الطاقة التى تتأثر بنوعية التدريب، حيث تتراوح ما بين ٢٠٠٠ - ٣٠٠٠ سعر كبير بالإضافة إلى مقدار الطاقة فى الراحة، وبالطبع يتأثر مستوى الطاقة

بعوامل عديدة، منها درجة حرارة الجو ونسبة الرطوبة وقوة الرياح وخاصة عند الجرى ودرجة ميل الجسم عند الانزلاق ودرجة حرارة الماء فى السباحة والإيقاع الحركى.

ويتعاون كل من النظامين الهوائى واللاهوائى، غير أن النظام اللاهوائى يكون هو النظام الغالب فى أنشطة السرعة والقوة والقدرة وتحمل السرعة، بينما يكون النظام الهوائى هو الغالب فى أنشطة التحمل التى تطول فيها فترة الأداء.

الأنشطة قصيرة الدوام

يقصد بهذه الأنشطة تللك التى لا يزيد الأداء عن ٢-٣ دقيقة مثل ١٠٠-٢٠٠-٤٠٠-٨٠٠ متر عدو، والسباحة ٥٠-١٠٠-٢٠٠-متر، وخطوات العدو والوثب والرمى فى شتى الأنشطة الرياضية، وفى هذه الحالة فإن مقدار الطاقة المطلوب يعتبر كبيرا نسبيا للوقت المحدد للأداء، وعلى سبيل المثال يحتاج العدو ١٠٠ متر خلال ١٠ ثوان إلى حوالى ٨ لترات أكسچين، ويستهلك الجسم فى الراحة ٢٥٠ مللى لترا فى الدقيقة، أى ٤٠ مللى تقريبا فى ١٠ ثوان فكيف يستطيع الجسم أن ينتقل من ٤٠ مللى فى ١٠ ثوان إلى ٨٠٠٠ مللى، كما أن الرياضى حتى يقوم بزيادة معدل استهلاك الأكسچين يحتاج إلى فترة عمل عضلى ٢-٣ دقيقة حتى ينشط الجهاز الدورى والتنفسى لإمداد الجسم بالمستوى المطلوب من الأكسچين، فضلا على أن أكسچين التنفس يحتاج فترة ١٥ ثانية حتى يصل إلى عضلات الرجلين، وبكل المقاييس لا يمكن استخدام الأكسچين فى مثل هذا العمل العضلى وهو سباق ١٠٠ متر عدو، لكن هذا لا يمنع الجسم من توليد الطاقة اللاهوائية بدون الأكسچين مستخدما النظام الفوسفاتى ونظام حامض اللاكتيك، غير أن هذا لا يعنى نسيان الكمية التى كان يحتاجها الجسم من الأكسچين، وهى فى مثالنا ٨ لترات أكسچين وهى تمثل حجم العجز المطلوب من الأكسچين أثناء الأداء Oxygen Deficit، ولكن بعد الانتهاء من العدو يلاحظ على الرياضى سرعة التنفس التى تهدأ بعد فترة من الوقت، وهذا التنفس يوفر للجسم كمية الأكسچين التى عجز عن توفيرها أثناء العمل العضلى وتقاس بالمقارنة بين استهلاك الأكسچين العادى فى الراحة قبل الجهد وبكميته فى الراحة بعد الجهد، ويعتبر الفارق هو مقدار الأكسچين المطلوب أثناء العمل، وتسمى عملية استعواض الأكسچين «الدين الأكسچينى» Oxygen Debt، واكتشف هذه الظاهرة العالمان A.V. Hill Lupton and سنة ١٩٢٢-١٩٢٣. وفى أنشطة اللعب والتوقف مثل ألعاب الكرة عامة يتم تعويض عجز الأكسچين خلال فترات التوقف أو هبوط معدل اللعب؛ لذلك كان من المهم تنمية السعة الهوائية لهؤلاء الرياضيين والتى تمكنهم من سرعة التخلص من التعب أولا بأول خلال المباراة وتمكنهم من أداء نوبات اللعب القوية السريعة بعد تمكنهم من سداد الدين الأكسچينى أو حتى جزء منه، ويعتبر من أسباب التعب فى هذه الأنشطة نقص الفسفوكرياتين وزيادة تراكم حامض اللاكتيك.

الأنشطة طويلة الدوام

تشمل هذه كل أنواع الأنشطة التى تستمر فترة الأداء المستمر خلالها حوالى ٥ دقائق أو أكثر حتى نضمن توفير الأكسچين المطلوب خلال هذه

الفترة، وبالطبع فإن نظام الطاقة الأساسى هنا يصبح هو النظام الهوائى ومصدر الطاقة لإعادة بناء ATP تكون الكربوهيدرات أولا، وكلما طالت فترة الأداء زادت مساهمة الدهون، حيث تكون النسبة الغالبة فى بداية الأداء للكربوهيدرات وحتى فترة ساعة، حيث يقل الاعتماد على الكربوهيدرات ويزداد الاعتماد تدريجيا على الدهون، ولا يعنى أن نظام الطاقة السائد هو النظام الهوائى. إن النظام اللاهوائى لا يساهم فى الطاقة بل على العكس، فدائما عند بداية العمل العضلى يحتاج الرياضى إلى فترة ٢-٣ دقائق حتى تتم الزيادة التدريجية لعمل الجهازين الدورى والتنفسى وتوصيل الأكسچين، وخلال هذه الفترة يقوم النظام اللاهوائى بتوليد الطاقة حتى تزداد تدريجيا الطاقة الهوائية، ويتبقى دين أكسچينى، يستطيع الرياضى تسديده خلال المنافسة ذاتها، وبالتالى لن يلاحظ حدوث زيادة كبيرة فى تراكم حامض اللاكتيك؛ نظرا لتوافر الأكسچين أثناء العمل الهوائى؛ لذلك لا ترجع أسباب التعب هنا إلى زيادة حامض اللاكتيك وإنما لأسباب أخرى مثل:

* انخفاض مستوى الجلوكوز فى الدم نتيجة استنفاد مخزون الجليكوجين فى الكبد.

* التعب الموضعى نتيجة استنفاد مخزون الجليكوجين فى العضلات العاملة.

* نقص الماء مما يؤدى إلى ارتفاع درجة حرارة الجسم.

* الملل نتيجة تكرار العمل العضلى لفترة طويلة.

ولمثل هذه المعلومات أهميتها للرياضى والمدرب فى رفع مستوى أداء الرياضى من خلال:

- تنظيم توزيع الجهد خلال المنافسة أو السباق، فالسرعة الزائدة عن حدها فى البداية يمكن أن تزيد من عجز الأكسچين الذى يصعب تسديده خلال الأداء مما يعجل بظهور التعب وضعف مستوى الرياضى.

- تنظيم الغذاء والماء قبل وأثناء وبعد الأداء لتوفير الكربوهيدرات وسرعة تعويض الجليكوجين والماء أثناء الأداء وبعده كذلك.

- إن برامج إنقاص الوزن عن طريق الرياضة يجب أن تشتمل على الأنشطة الهوائية، وأن العبرة ليست فى شدة أو سرعة الأداء بقدر ما هى فى زيادة فترة الأداء.

تعاون نظم الطاقة أثناء الجهد البدنى:

أثناء العمل العضلى تسهم كل أنظمة الطاقة معا لتوليد الطاقة المطلوبة، غير أن نسب هذه المساهمة تختلف تبعا لشدة العمل العضلى وفترة دوامه، فكلما كان العمل العضلى مرتفع الشدة وبالتالى قصير الدوام تكون النسبة الكبرى للنظامين اللاهوائيين ولكن بنسبة أقل لنظام الأكسچين الهوائى، والعكس كلما قلت شدة العمل العضلى وطالت فترة دوامه كانت النسبة الأكبر للنظام الهوائى مع مساهمة بسيطة للنظامين

جدول (٣٣)
مقارنة نظم إنتاج الطاقة

نظم إنتاج الطاقة	مصدر الطاقة	زمن الإنتاج	فترة التأثير	فترة الحد الأقصى
النظام الفوسفاتى	مركب ATP مركب PC	صفر	حتى ٣٠ثانية	حتى ١٠ ثوانى
نظام حامض اللاكتيك	جلوكوز يتحول إلى حامض اللاكتيك	١٥-٢٠ ثانية	٣٠ثانية حتى ٥-٦دقائق	٣٠ ثانية الى٥ , ١دقيقة
النظام الهوائى	أكسدة الكربوهيدرات والدهون والبروتين باستخدام أكسچين الهواء	٩٠-١٨٠ ثانية	عدة ساعات	٢-٥ دقائق

اللاهوائيين، ويجب التركيز على أن إنتاج ATP يتم بناء على تعاون النظم المختلفة أثناء الأداء الرياضى وكمثال على ذلك فإن ٩٠٪ من الطاقة اللازمة لأداء سباق ١٠٠ متر عدوا تأتى من خلال نظام الطاقة اللاهوائى، وعلى العكس من ذلك فى سباق الماراثون بالنسبة لسباق المارثون حيث تأتى معظم الطاقة من النظام الهوائى.

استشفاء مصادر الطاقة

كما سبق أن بينا أن العمل العضلى يتطلب توليد الطاقة التى تتطلب بدورها زيادة عمليات الهدم خلال التمثيل الغذائى لمصادر الطاقة مما يسبب التعب؛ ولذلك فإن الرياضى ما لم يتخلص من التعب أولا بأول سوف يتراكم هذا التعب ويصبح تعبا مزمنا أو يؤدى إلى ظاهرة التدريب الزائد overtraining؛ ولذلك فإن فهم كيفية تعويض مصادر الطاقة يساعد المدرب على حسن تشكيل وتوزيع الأحمال التدريبية بما يتيح الفرصة لتقنين فترات الراحة المناسبة لتعويض مصادر الطاقة والتخلص من المخلفات.

التغيرات الناتجة عن الجهد البدنى:

نتيجة للجهد البدنى تحدث بعض التغيرات المرتبطة بعمليات التمثيل الغذائى لتوليد الطاقة ويمكن تلخيصها فيما يلى:

- نقص مخزون الفوسفوكرياتين والأدينوسين تراى فوسفات.
- زيادة تراكم حامض اللاكتيك.
- نقص مخزون الجليكوجين.
- نقص مخزون أكسچين الجسم.
- نقص الماء وإن كان تعويضها لا يتم خلال فترة الاستشفاء.

وبطبيعة الأمر يقوم الجسم أثناء الاستشفاء وبناء على مبدأ الاستقرار التجانسى بتعويض

مصادر الطاقة المستنفدة والتخلص من حامض اللاكتيك وتعويض الأكسجين الناقص، وبالطبع يلعب الأكسجين دورا هاما فى هذه العمليات لتسديد الدين الأكسجينى الناتج عن العجز الأكسجينى أثناء العمل اللاهوائى؛ ولذلك يزيد استهلاك الأكسجين أثناء فترة الغذاء ويزيد معدل التمثيل الغذائى ولكن فى اتجاه البناء عكس ما كان أثناء الجهد البدنى، وهذا يؤكد على أن الاهتمام بالاستشفاء قد يكون أكثر أهمية من الاهتمام بالتدريب ذاته.

تعويض مخزون الفوسفات:

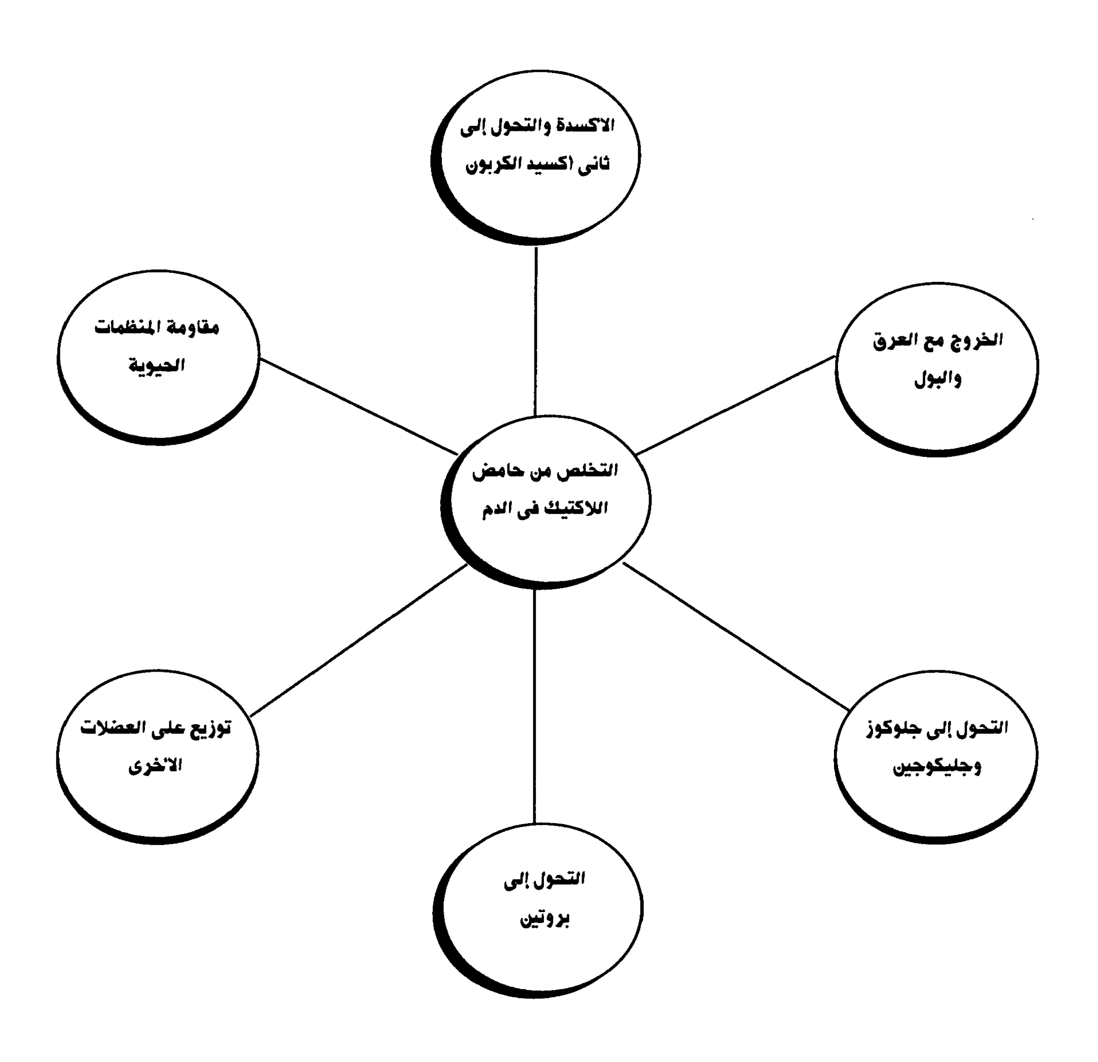
يعتبر تعويض الفوسفات ATP-PC أسرع مصادر الطاقة من حيث زمن التعويض، حيث يتم تعويضه خلال فترة قصيرة تقدر بحوالى ٣- ٥ دقائق، وتكون عمليات التعويض فى قمة سرعتها خلال الجز الأول من هذه الفترة، حيث يتم تعويض حوالى ٧٠٪ من الفوسفات خلال أول ٣٠ ثانية، ويرجع سبب هذه السرعة إلى عدم الحاجة إلى الأكسجين خلال هذا الجزء، بينما يعتمد على الأكسجين لتعويض الجزء المتبقى فى الوقت الذى يقوم فيه الأكسجين بمهام أخرى فى الجسم مثل تعويض مخزون الجسم من الأكسجين وتلبية حاجة عضلة القلب وعضلات التنفس.

وهذا الجزء من الأكسجين المستخدم لإعادة بناء الفوسفات Fox et al.1993 مصطلح استشفاء المكونات السريعة Fast Component of Recovery بعد أن كان يسمى الدين الأكسجينى بدون اللاكتيك، وكلما زاد استنفاد الفوسفات زاد استهلاك الأكسجين خلال الاستشفاء؛ ولذلك يزيد مقدار مخزون الجسم الفوسفاتى نتيجة التكيف للتدريب اللاهوائى، وبالتالى يستطيع الرياضى توليد كمية أكبر من الطاقة اللاهوائية السريعة تمكنه من أداء شغل أكثر وتحسين مستوى الأداء السريع، وبالتالى يقوم بتعويض كمية أكبر من الفوسفات، ويحتاج لذلك لكمية أكبر من الأكسجين تصل إلى ٦ لترات فى الوقت الذى لا يزيد أكسجين استشفاء المكونات السريعة لدى غير المدربين عن ٢-٣ لترات.

التخلص من زيادة حامض اللاكتيك:

نتيجة لعمليات الجلكزة اللاهوائية وعدم كفاية الأكسجين يتجمع حامض اللاكتيك فى الخلية ويؤثر على الوسط الكميائى لها فى اتجاه الحمضية مما يثبط نشاط الإنزيمات ويظهر التعب، وتكفى فترة ساعة واحدة بعد التدريب للتخلص من معظم حامض اللاكتيك، وتشارك فى عملية التخلص من اللاكتيك وسائل كثيرة تشمل:

- نشاط المنظمات الحيوية للتعامل مع أى هيدروجين زائد فى الدم.
- أكسدة حامض اللاكتيك بعد تحويله إلى حامض بيروفيك ودخوله دورة كربس وسلسلة النقل الإلكترونى.
- خروج حامض اللاكتيك مع البول والعرق.
- تحويل حامض اللاكتيك إلى جليكوجين فى الكبد.
- توزيع حامض اللاكتيك على العضلات الأخرى.
- تحويل كمية قليلة جدا من حامض اللاكتيك إلى بروتين وخاصة فى بداية الاستشفاء.



شكل (٦١)

التخلص من زيادة حامض اللاكتيك أثناء العمل العضلى

الملخص

* تعتبر الطاقة الحيوية فى جسم الإنسان هى مصدر الحركة، وهى مصدر الانقباض العضلى وهى مصدر الأداء الرياضى بشتى أنواعه.

*** تلخيص الفوائد التطبيقية لدراسة الطاقة الحيوية فيما يلى:**

- تصنيف الأنشطة الرياضية وفقا لنظم الطاقة.
- تصميم برامج التدريب المختلفة وفقا لتنمية كفاءة نظم الطاقة بمستوياتها المختلفة.
- تصميم برامج الاستشفاء أثناء التدريب وبعده باستخدام الوسائل المختلفة.
- تنظيم تغذية الرياضى سواء قبل أوأثناء أو بعد التدريب لضمان استمرارية الإمداد بالطاقة، وكذلك سرعة تعويض مصادرها.
- ضبط وزن الجسم من خلال البرامج الغذائية واختيار نوعية التدريبات التى تحقق ذلك.
- تحسين مقاومة التعب أثناء التدريب والمنافسة.
- الاختبارات والمقاييس الفسيولوچية لنظم الطاقة.

*** هناك ستة أشكال للطاقة كما يلى:**

١ - الطاقة الكيميائية Chemical Energy.

٢- الطاقة الميكانيكية Mechanical Energy.

٣- الطاقة الحرارية Heat Energy.

٤- الطاقة الضوئية Light Energy.

٥- الطاقة الكهربائية Electrical Energy.

٦- الطاقة الذرية Nuclear Energy.

* تحصل خلايا الجسم على الطاقة من البيئة المحيطة من خلال الغذاء، حيث يتغذى الإنسان والحيوان على النبات، ويحصل النبات على الطاقة من الشمس من خلال الطاقة الضوئية ويخزنها فى شكل كيميائى من خلال عملية التركيب الضوئى Photosynthesis، وهذه الطاقة الكيميائية المخزونة يحصل عليها الإنسان والحيوان من خلال الغذاء فى شكل الكربوهيدرات التى تتحول من خلال الهضم إلى الجلوكوز، وفى شكل الدهنيات التى تتحول من خلال الهضم إلى الأحماض الدهنية، ومن خلال البروتين الذى يتحول من خلال الهضم إلى أحماض أمينية، وهذه المواد تعتبر هى مصادر الطاقة الحيوية فى جسم الإنسان والتى يقوم النبات بتحضيرها.

* نظرا لكون المواد الغذائية لا تنقل للخلية لكى تتحول إلى شغل بيولوچى مباشرة، فإنها تتحول إلى مركب كيميائى غنى بالطاقة وهو الأدينوسين ثلاثى الفوسفات (ATP) Adenosine triphosphate، وتستخدم الطاقة الكامنة فى هذا المركب لكل عمليات الخلية.

* إن كمية ATP فى الجسم تعتبر كمية محدودة جدا، حيث تبلغ الكمية المخزنة منه فى الجسم فى أى وقت ٨٥ جراما، وهى كمية تكفى الإنسان لأداء عمل عضلى سريع ولكن لفترة زمنية قصيرة لاتتعدى بضعة ثوان؛ لذلك وحتى يستمر الفرد فى إنتاج الطاقة لابد من

مصادر تساعد على إعادة بناء ATP بصفة مستمرة وإلا توقف الجسم عن إنتاج ATP الطاقة؛ ولذلك توجد ثلاث عمليات لإنتاج ATP وهى:

- نظام ATP-PC أو النظام الفوسفاتى System Phosphogen ويتم إعادة بناء ATP فى هذا النظام من مركب واحد هو المركب الكيميائى الفسفوكرياتين.
- نظام الجلكزة اللاهوائية Anaerobic Glycolysis نظام حامض اللاكتيك The Lactic Acid System يقوم بإعادة بناء ATP عن طريق التكسير الجزئى للجلوكوز أو الجليكوچين.
- نظام الأكسچين Oxygen system وهو يتكون من جزءين: أحدهما يعتمد على التمثيل الغذائى للكربوهيدرات والآخر يعتمد على التمثيل الغذائى للأحماض الدهنية وبعض الأحماض الأمينية، ويتم ذلك من خلال الأكسدة Oxidation فى دورة كربس Krebs Cycle

* عندما يتكسر ATP فإنه يعطى طاقة تستخدم لتنفيذ الانقباض العضلى، وهو الجزء الحركى من الطاقة فى شكله الميكانيكى وهو يمثل نسبة بسيطة تقدر بحوالى ٢٠٪ من كل الطاقة المتحررة، بينما تشكل الطاقة الحرارية حوالى ٨٠٪ وهذا بدوره يؤدى إلى تنشيط عوامل التخلص من الحرارة الزائدة.

* لكى تتم عملية تحول الطاقة فإنها تمر بسلسلة من التفاعلات تتخذ خطوات مرتبة ولا يتم الانتقال من خطوة إلى أخرى إلا بفعل إنزيم معين، حيث تقوم الإنزيمات بحفز وتسريع التفاعلات المطلوبة لتحول الطاقة وبدونها لن تتحرر الطاقة.

* إن الأكسدة لا تعنى أن يدخل الأكسچين فى عمليات الأكسدة بفقد الإلكترون أو الاختزال باكتساب الإلكترون، إن مصطلح الأكسدة يأتى من حقيقة أن الأكسچين لديه ميل لاكتساب الإلكترونات؛ ولذلك فهو يعتبر عامل أكسدة قوى، وبناء على هذه الحقيقة فإن الخلايا تصبح مستقبلا نهائيا للأكسچين فى نظام نقل الإلكترون، ويتم تحول الطاقة بدون الأكسچين فى نظام ATP-PC، نظام حامض اللاكتيك ويطلق عليهما التمثيل الغذائى اللاهوائى Anaerobic Metabolism، بينما يتم تحول الطاقة فى وجود الأكسچين وتسمى التمثيل الغذائى الهوائى Aerobic Metabolism ويتم خلال هذه العملية إعادة بناء ATP ويتبقى ثانى أكسيد الكربون والماء، حيث يتشكل الماء من خلال أيونات الهدروچين والإلكترونات التى تم إزالتها من دورة كربس وأكسچين الهواء الجوى الذى نتنفسه؛ ويتم ذلك من خلال تفاعل خاص يسمى نظام نقل الإلكترون The Electron Transport System.

* يتم إعادة بناء ATP عن طريق بعض المصادر الأخرى، خلافا للمواد الغذائية والتى يتم تكوينها داخل الجسم مثل الفوسفوكرياتين ومن خلال حامض اللاكتيك والحامض الأمينى الانين Alanine وهو أسرع مصدر لإعادة بناء ATP ودون الحاجة إلى الأكسجين وهو مركب كيميائى غنى بالطاقة.

* يقوم الجسم أثناء الاستشفاء وبناء على مبدأ الاستقرار التجانسى بتعويض مصادر الطاقة المستنفدة والتخلص من حامض اللاكتيك وتعويض الأكسچين الناقص، وبالطبع يلعب الأكسچين دورا هاما فى هذه العمليات لتسديد الدين الأكسچينى الناتج عن العجز الأكسچينى أثناء العمل اللاهوائى؛ ولذلك يزيد استهلاك الأكسچين أثناء فترة الغذاء ويزيد معدل التمثيل الغذائى ولكن فى اتجاه البناء عكس ما كان أثناء الجهد البدنى، وهذا يؤكد على أن الاهتمام بالاستشفاء قد يكون أكثر أهمية من الاهتمام بالتدريب ذاته.

أسئلة للمراجعة

١- ما هى أنواع الطاقة الرئيسية فى الكون وما هو مصدرها المباشر ؟

٢- ما هى القوانين الأساسية التى تتحكم فى نظم الطاقة الحيوية ؟

٣- ما هى نظم الطاقة الحيوية بالجسم ؟

٤- ما هو المصدر المباشر لإنتاج الطاقة الحيوية للجسم ؟

٥- قارن بين نظم إنتاج الطاقة اللاهوائية والهوائية ؟

٦- ما هو دور الأكسچين فى إنتاج الطاقة ؟

٧- كيف يمكن التخلص من زيادة حامض اللاكتيك بعد العمل اللاهوائى اللاكتيكى؟

٨- ما أهمية الراحة النشطة فى التخلص من حامض اللاكتيك ؟

٩- ما هو دور التغذية فى استشفاء مصادر الطاقة بالجسم ؟

١٠- لماذا تفضل الكربوهيدرات على الدهون كمصدر للطاقة أثناء النشاط الرياضى؟

١١- ما هى المستويات الأساسية لإنتاج الطاقة الحيوية بالجسم ؟

الشغل الكيميائى Chemical Work

مقدرة الجسم على النمو والمحافظة على ثبات بيئة الجسم الداخلية وتخزين المعلومات المطلوبة للوراثة والأنشطة الطبيعية للإنسان، وتعتبر عملية بناء البروتين لتضميد الجروح خير مثال للشغل الكيميائى.

دورة كورى Cori Cycle

من خلال هذه الدورة يتحول حامض اللاكتيك الذى أنتجته العضلة كمخلفات للتمثيل الغذائى اللاهوائى للجليكوچين، حيث ينقله الدم إلى الكبد الذى يقوم بتحويله إلى جليكوچين والذى بدوره يمكن أن يتحول إلى جلوكوز ينقله الدم إلى العضلات مرة أخرى كوقود لـلطاقة، وتتم هذه الدورة خلال الراحة بعد التدريب وكذلك أثناء التدريب، ويمكن أن يتم ذلك بوضوح بالنسبة لمتسابقى المارثون، حيث يتجمع بعض من حامض اللاكتيك فى بداية السباق، وهذه الكمية من حامض اللاكتيك يمكن أن تستخدم من خلال دورة كورى كمصدر للطاقة مرة ثانية، مع ملاحظة أن هذه العملية تعتبر محدودة أثناء التدريب، نظرا لقلة سريان الدم إلى الكبد وتوجهه إلى العضلات العاملة.

سلسلة نقل الإلكترون

Electron Transport Chain

هى عبارة عن سلسلة تفاعلات كيميائية ترتبط بدورة كربس كما يلى:

يتحد الهدروچين الناتج عن الجلكزة ودورة كربس مع اثنين من الكوإنزيم هما:

- Nicotinamid Adenine Dinucleotid (NAD).

- Flavin Adennine Dinucleotid (FAD).

وهما يحملان ذرات الهدروچين إلى سلسلة نقل الإلكترون، حيث ينفصلان إلى بروتونات وإلكترونات.

* وفى نهاية السلسلة يتحد الهدروچين مع الأكسچين ليكونا معا الماء، وهذا يحمى الخلية من الحمضية.

* تمر الإلكترونات المنفصلة من الهدروچين خلال سلسلة نقل الإلكترون لتوفير طاقة تستخدم لإعادة بناء ATP من المركب ADP.

دورة كربس Krebs Cycle

هى سلسلة من التفاعلات الكيميائية التى تتم فى نهايتها الأكسدة الكاملة وتسمى باسم العالم Sir Hans Krebs والذى اكتشفها وحصل على هذا الاكتشاف على جائزة نوبل ١٩٥٣ فى الفسيولوچى، وتسمى أيضا دورة تراى كربوكسيلك أسيد Tricarboxylic Acid كما أنها أيضا تسمى دورة حامض السيتريك Cyitric Acid Cycle بعد وجود بعض المكونات الكيميائية فى هذه الدورة، وفى نهاية دورة كربس يتكون ٢ مول من ATP وكربون وهدروچين، وهنا يتحد الكربون مع الأكسچين ليكون ثانى أكسيد الكربون الذى يخرج من الخلية إلى الدم الذى ينقله إلى الجهاز التنفسى ليخرج من الجسم مع هواء الزفير.

الشغل الميكانيكى Mechanical Work

ويستخدم بصفة عامة فى الحركة من مستوى الخلية وحتى مستوى الانقباض العضلى.

الشغل الحركى **Mechanical Work**

ويقصد بها كل حركة نراها سواء دحرجة كرة أو حركة الجزيئات داخل وخارج غشاء الخلية.

التمثيل الغذائى **Metabolism**

كل عمليات تحويل الطاقة تخضع لعملية التمثيل الغذائى، وتعنى هذه العملية تلك التفاعلات الكيميائية التى تحدث فى الجسم، والتى يتم بواسطتها إخراج الطاقة من البروتينات والدهون والكربوهيدرات، سواء بواسطة بناء أو تكسير الجزيئات، وغالبا ما تنقسم عملية التمثيل الغذائى إلى عمليتين هما:

- البناء Anabolism : التفاعلات التى من خلالها يتم بناء الجزيئات الحيوية الكبيرة.
- الهدم Catabolism: التفاعلات التى من خلالها يتم تكسير الجزيئات الكبيرة لتحرير الطاقة.

الطاقة الكامنة **Potential**

وهى الطاقة المخزونة فى الجسم في أشكالها المختلفة.

الشغل للتنقلات **Transport Work**

مقدرة الخلية على تحريك الأيونات والجزيئات من خلال غشاء الخلية، كذلك خلال الأغشية المحيطة بأعضاء الخلية الداخلية ذاتها، وهذه العملية لها أهميتها فى تغيير مستويات التركيز داخل وخارج الخلايا، وما لهذه التغيرات من دور هام تلعبه لحدوث الانقباض العضلى.



الفصل الثامن

لياقة الطاقة

- مبادئ التدريب لتنمية لياقة الطاقة
- تأثير التدريب اللاهوائى
- تأثير التدريب الهوائى
- تدريب لياقة الطاقة
- طرق التدريب

يهدف هذا الفصل إلى:

- فهم كيفية تطبيق مفهوم نظم الطاقة فى مجال التدريب الرياضى.
- التعرف على التغيرات الفسيولوچية الناتجة عن تدريب لياقة الطاقة بأنواعه المختلفة اللاهوائى والهوائى.
- كيفية تنمية لياقة الطاقة باستخدام أساليب التدريب المختلفة وتشكيل الأحمال التدريبية المحققة لذلك.
- التعرف على طرق التدريب المختلفة فى المجال الرياضى وكيفية مساهمتها فى رفع مستوى لياقة الطاقة بأنواعها.
- التعرف على نماذج واقعية تطبيقية لتنمية نظم الطاقة فى الجرى وكرة القدم والسباحة.

يقوم المدرب الناجح بدوره مثل الطبيب الذى فى البداية يشخص الحالة ثم يضع لها خطة، فهو فى البداية يقوم بتشخيص الحالة التدريبية للرياضى وظروفه المختلفة، ويضع بناء على ذلك برنامجه التدريبى الذى يتواءم مع احتياجات الرياضى ومتطلبات نوع النشاط التخصصى له، وكما أن جرعة الدواء يجب أن تكون مقننة ينطبق القول أيضا على جرعة التدريب وإلا كان نتائج ذلك إصابة الرياضى بحالة «التدريب الزائد» أو الإصابات أو الأمراض، ويعتبر التركيز على تنمية نوعية نظام الطاقة المرتبطة بالنشاط الرياضى التخصصى أحد الاتجاهات الهامة لتحقيق مبدأ التخصصية، وهناك عدة مبادئ عامة لتنمية لياقة الطاقة بناء على التحكم فى مكونات حمل التدريب الثلاثة الشدة والدوام والتردد، وتختلف درجات أحمال التدريب المختلفة ما بين التدريب الهوائى والتدريب اللاهوائى، فكل من كلا نوعى التدريب أصبح حاليا ينقسم إلى عدة درجات مختلفة فى مستوياتها، فزيادة الشد تعنى نقص الحجم وتعنى زيادة فترة الراحة البينية، إذا نظرنا إلى أسلوب الأداء الرياضى لأى نشاط تخصصى نجد أن أنظمة إنتاج الطاقة تساهم بنسب مختلفة تبعا لطبيعة الأداء فى هذا النشاط الرياضى، كما أن هناك كثيرا من الأنشطة الرياضية تتطلب طبيعتها الانتقال السريع بين مستويات الطاقة الهوائية واللاهوائية وهذا فى حد ذاته يتطلب قدرا من التدريب والإعداد الخاص الذى يحتاج إلى مزيد من الدراسة.

مبادئ التدريب لتنمية لياقة الطاقة

تعتمد تنمية لياقة الطاقة على بعض المبادئ التى تساعد فى تركيز برامج التدريب، وسوف نستعرض هذه المبادئ فيما يلى:

١- تقنين شدة حمل التدريب

ويعتبر معدل القلب هو المحدد لشدة حمل التدريب وهو يشبه تركيز حامض اللاكتيك فى الدم، غير أنه الأكثر ارتباطا بالجانب التطبيقى لسهولة قياسه، سواء يدويا أو باستخدام الأجهزة الإلكترونية الحديثة، وقد وجد أن هناك علاقة ارتباط ما بين معدل القلب واستهلاك الأكسچين ونسبة تركيز اللاكتيك فى الدم، لذلك فقد أصبح مؤشرا ميدانيا سهل الاستخدام.

٢- تحديد نوعية نظام الطاقة للنشاط الرياضى

تختلف مساهمة نظم الطاقة فى الأداء الرياضى تبعا لشدة وفترة استمراره، ومثال على ذلك فى الجدول (٣٤):

وتختلف طبيعة الأنشطة الرياضية فى اعتمادها على نظم الطاقة، وقد صنف العلماء هذه الأنشطة وفقا لأنشطة الطاقة وبالتالى بعض التقسيمات.

٣- تحديد نوعية أنظمة الطاقة المساهمة فى كل نشاط رياضى تخصصى

تعمل نظم الطاقة متعاونة معا عند أداء أى عمل رياضى وإن كان فى بعض الأحيان هناك اختلاف فى مقدار نسب المساهمة فى كل نشاط رياضى، وعلى المدرب أن يتعرف على طبيعة نسب نظم الطاقة المساهمة فى الأنشطة الرياضية ويساعد فى ذلك الجدول (٣٥):

جدول (٣٤)

العلاقة بين زمن أقصى شدة للحمل البدنى والنسبة المئوية لنظم الطاقة

الزمن للشدة القصوى	٪ هوائى	٪ لا هوائى	أمثلة
١٠ ث	١٠	٩٠	الوثب ـ الرمى ـ العدو ١٠٠ متر
٣٠ ث	٢٠	٨٠	العدو ٢٠٠ متر السباحة ٥٠ مترا
٦٠ ث	٣٠	٧٠	العدو ٤٠ متر
٢ دقيقة	٤٠	٦٠	جولات الملاكمة والمصارعة
٤ دقائق	٦٥	٣٥	٨٠٠ متر ميل
١٠ دقيقة	٨٥	١٥	٢ ميل ـ ضاحية
٣٠ دقيقة	٩٥	٥	١٠ كيلو متر (٦ أميال)
٦٠ دقيقة	٩٨	٢	اختراق الضاحية
١٢٠ دقيقة	٩٩	١	المارثون

جدول (٣٥)

النسب المئوية لمساهمة نظم الطاقة فى بعض الأنشطة الرياضية

عن شاركى Sharkey 1993

الأنشطة الرياضية	٪ لا هوائى	٪ هوائى
السباحة ٥٠ و١٠٠ متر – المضمار ١٠٠و٢٠٠ متر والرمى بأنواعه والوثب بأنواعه ورفع الأثقال	٪٩٠	٪١٠
سلاح – جمباز – حارس المرمى – كرة القدم – مضمار ٤٠٠ و٨٠٠ متر سباحة ٢٠٠ متر.	٪٨٠	٪٢٠
ملاكمة – جودو – كاراتيه – سباحة ٤٠٠ متر – سباحة توقيعية ١٥٠٠ جرى – كرة طائرة – مصارعة	٪٧٠	٪٣٠
بادمونتون – ركبى – شراع – تنس طاولة – كرة يد – تنس – كرة ماء.	٪٦٠	٪٤٠
كرة سلة – هوكى – اسكواش – سباحة ٨٠٠ متر – مضمار ٣٠٠٠ متر.	٪٥٠	٪٥٠
تجديف	٪٤٠	٪٦٠
سباحة ١٥٠٠ متر – مضمار ٥٠٠٠ متر	٪٣٠	٪٧٠
مضمار ١٠٠٠٠متر	٪٢٠	٪٨٠
دراجات – مارثون	٪١٠	٪٩٠

جدول (٣٦)

النسبة المئوية لنظم إنتاج الطاقة أثناء منافسات السباحة

السباق	فترة الدوام	ATP-PC الفوسفات	حامض اللاكتيك	هوائى (كربوهيدرات)	هوائى (دهون)
٥٠ متر	٢٠-٣٠ث	٥٠٪	٤٥٪	٥٪	> ١٪
١٠٠ متر	٥٠-٧٠ث	٢٥٪	٦٥٪	١٠٪	> ١٪
٢٠٠ متر	٥٠,٤- ٣,٢ق	١٠٪	٥٠٪	٤٠٪	> ١٪
٤٠٠ متر	٤-٥ق	٥٪	٣٧٪	٥٥٪	٣٪
٨٠٠ متر	٨-١٠ق	٤٪	٢٥٪	٦٥٪	٦٪
١٥٠٠ متر	١٥-١٨ق	٢٪	١٥٪	٧٥٪	٨٪

٤- تحديد طريقة التدريب المناسبة لنظم الطاقة

تختلف طرق التدريب فى تأثيراتها المختلفة فى تنمية لياقة الطاقة؛ ولذلك يجب على المدرب تحديد طريقة التدريب المناسبة لنشاطه الرياضى التخصصى، حيث تختلف التأثيرات الفسيولوجية تبعا لاختلاف طرق التدريب.

تأثير التدريب اللاهوائى

تتلخص التغيرات الكيميائية فى العضلة تحت تأثير التدريب اللاهوائى فى عمليتين أساسيتين.

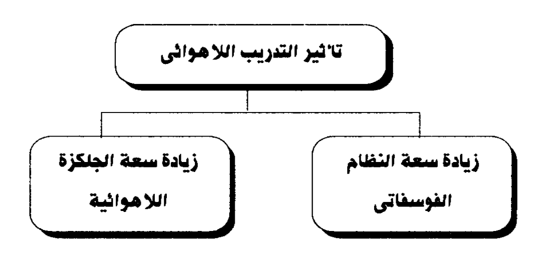
١- النظام الفوسفاتى The Phosphagen (ATP-PC) System.

٢- الجلكزة اللاهوائية Anaerobic Glycolysis.

١- زيادة سعة النظام الفوسفاتى

* يزيد مخزون ATP وPC تحت تأثير التدريب، ويرتبط مستوى القدرة اللاهوائية القصوى بكمية المركبات الفوسفاتية ATP -PC بالعضلات وكذلك سرعة استهلاكها، وتزداد هذه المؤشرات تحت تأثير التدريب ويظهر ذلك بوضوح لدى متسابقى العدو والرمى والوثب.

وتظهر القدرة اللاهوائية القصوى خلال فترة ٥,٠ إلى ٧,٠ ثانية بعد بداية العمل العضلى ويمكن الاحتفاظ بها لفترة ٧-١٥ ثانية لدى الأشخاص غير المدربين، بينما يمكن أن يحتفظ بهذا المستوى من الأداء لدى الرياضيين ذوى المستويات العالية لفترة تصل إلى ٢٥-٣٠ ثانية.



شكل (٦٢)
تأثير التدريب اللاهوائي

كما تصل لدى الرياضيين العاديين إلى فترة ١٠-١٥ ثانية ولدى الرياضيين ذوى المستويات العالية ما بين ٢٠-٢٥ ثانية إلى ٤٠-٥٠ ثانية أحيانا.

وترتبط نتيجة مسابقات العدو بقدرة الرياضى على تعبئة عمليات إنتاج الطاقة اللاهوائية القصوى، وهذا هو الفرق بين الرياضى المدرب جيدا والرياضى غير المدرب، ويجب الأخذ فى الاعتبار أن مخزون ATP فى العضلة لا ينفد كلية ولكن مركب PC قد يستهلك كلية نظرا لكون هذا المركب هو المسئول عن إعادة بناء ATP.

وتحت تأثير التدريب تزداد سعة القدرة اللاهوائية القصوى، ويستطيع الرياضى أن يؤدى العمل العضلى الأقصى لفترات زمنية أطول فى إطار الأزمنة المحددة لهذا النظام ويمكن تأثير التدريب زيادة القدرة اللاهوائية القصوى المصدر الأساسى للطاقة عند أداء القوة المميزة بالسرعة بشكل مضاعف يصل إلى ١,٥-٢ مرة ويصل إلى الحد الأقصى للطاقة اللاهوائية الفوسفاتية إلى حوالى ٤٢٠ جول/ كيلوجرام/ دقيقة أو حوالى إلى ما يعادل استهلاك ١,٥-٢ لتر أكسچين فى الدقيقة.

يزيد نشاط إنزيمات ATP وPC وهى إنزيمات ATPase وإنزيم ميولنيز Myolinase (MK) وكرياتين كينيز Creatine Kinase.

٢- زيادة سعة الجلكزة اللاهوائية (نظام حامض اللاكتيك)

تزيد سعة الجلكزة اللاهوائية وسرعة تحويل الجليكوجين إلى حامض اللاكتيك بدون الأكسچين نتيجة زيادة نشاط الإنزيمات المرتبطة بذلك، تصل الطاقة اللاهوائية القصوى بنظام حامض اللاكتيك لدى غير المدربين بما لايزيد عن ٨٤٠ جول / كيلوجرام/ دقيقة أو ما يعادل تركيز حوالى ١٣ مللى مول من حامض اللاكتيك لكل لتر من الدم، بينما تبلغ لدى الرياضيين ذوى المستويات العالية حوالى ٢٥-٣٠ مللى مول من حامض اللاكتيك لكل لتر من الدم، وتصل سعتها القصوى إلى ١٧٦٠-٢٠٩٠ جول/ كيلوجرام/ دقيقة (كوتس ١٩٨٦).

ويجب ملاحظة أن التغيرات الفسيولوچية المرتبطة بالتكيف للعمل اللاهوائى بنظام حامض اللاكتيك تظهر فى زيادة قدرة الألياف العضلية السريعة على عمليات تكسير الجليكوجين لإنتاج الطاقة فى عدم وجود الأكسچين «الجلكزة اللاهوائية» ومع استمرار التدريب لفترة طويلة تزداد سعة العمل اللاهوائى اللاكتيكى؛ ولذلك يزداد تركيز حامض اللاكتيك فى الدم لدى الرياضيين المدربين نظرا لزيادة حجم الطاقة المستهلكة عن طريق تكسير الجلوكوز بدون الأكسچين، وكذلك قدرة الرياضى على الأداء وتحمل التعب بالرغم من ظروف نقص الأكسچين وزيادة تراكم حامض اللاكتيك بالدم.

تأثير التدريب الهوائى

هناك بعض التغيرات التى تحدث كنتيجة للتدريب الهوائى تشمل ما يلى:

١- زيادة محتوى الميوجلوبين، حيث يقوم الميوجلوبين بالاتحاد مع الأكسچين داخل الليفة العضلية كما يقوم الهيموجلوبين بهذا الدور فى

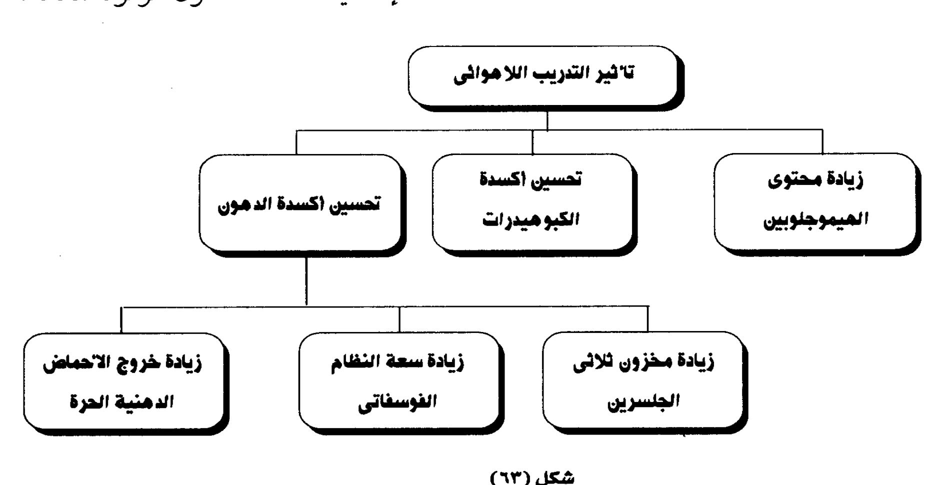
الدم وهو يقوم بوظيفة مخزن للأكسچين بالدم وكناقل للأكسچين من جدار الخلية العضلية إلى الميتوكوندريا.

٢- تحسين أكسدة الكربوهيدرات (الجليكوچين) يؤدى التدريب الهوائى إلى زيادة سعة العضلة الهيكلية لتكسير الجليكوچين فى وجود الأكسچين (الأكسدة Oxidation) لينتج ATP وثانى أكسيد الكربون والماء، وبالتالى يرتفع مستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين، وتتم هذه العملية من خلال عمليتين إحداهما عن طريق زيادة عدد وحجم ومساحة مسطح غشاء الميتوكوندريا للعضلة الهيكلية، والأخرى عن طريق زيادة مستوى نشاط إنزيمات دورة كربس ونظام نقل الإلكترون، ويجب ملاحظة أن عدد الميتوكوندريا فى الليفة العضلية للمرأة أقل منه للرجل، وهذا فى حد ذاته يعتبر أحد العوامل المحددة للقدرة الهوائية القصوى للمرأة.

٣- تحسين أكسدة الدهون: تزيد كفاءة أكسيد الدهون لإنتاج ATP فى وجود الأكسچين ونظرا لكون الدهون لا تعتبر المصدر الرئيسى للطاقة أثناء تدريبات التحمل لا ينعكس ذلك بشكل كبير على تحسن الأداء فى مثل هذه الأنشطة، وعند أداء الأحمال البدنية الأقل من الأقصى يعتمد الرياضيون المدربون على أكسدة الدهون بنسبة أكبر، وهذا يعنى نقص الاعتماد على الكربوهيدرات مما يقلل تكسير الجليكوچين وقلة تراكم حامض اللاكتيك وبالتالى تعب أقل، وتكتسب العضلة هذه الكفاءة فى أكسدة الدهون تحت تأثير تدريبات التحمل بناء على ثلاثة عوامل هى:

١- زيادة مخزون ثلاثى الجلسريد Triglycerides داخل العضلة وهو الشكل الذى تخزن عليه الدهون.

٢- زيادة خروج الأحماض الدهنية الحرة من الأنسجة الدهنية وبمعنى آخر زيادة إمكانية أكسدة الدهون كوقود للطاقة.



شكل (٦٣)
تأثير التدريب اللاهوائى

٣- زيادة نشاط الإنزيمات العاملة على تكسير الأحماض الدهنية.

يرتبط مستوى إنتاج الطاقة الهوائية بعاملين أساسيين: أحدهما توصيل الأكسچين إلى العضلات والآخر قدرة العضلات على استهلاك الأكسچين وإنتاج الطاقة.

وتتأثر قدرة الرياضى على إنتاج الطاقة الهوائية تبعا لمستوى كفاءة توصيل الأكسچين واستهلاك الأكسچين بالعضلات، فعلى سبيل المثال فى عملية توصيل الأكسچين لا تعتبر كثير من مؤشرات التنفس الخارجى عاملا معوقا لزيادة إنتاج الطاقة الهوائية وفى الوقت نفسه فان حجم الدفع القلبى يلعب دورا هاما فى التأثير على مقدار الأكسچين المستهلك؛ ولذلك يمكن القول بأن رفع كفاءة الجهاز الدورى لزيادة حجم الضربة والدفع القلبى يؤدى إلى زيادة استهلاك الأكسچين بنسبة ٥٠٪ وتمثل عمليات استهلاك الأكسچين فى الخلية العضلية الجزء المتبقى للتأثير على زيادة حجم الأكسچين المستهلك (٥٠٪)

والذى يظهر فى زيادة الفرق فى مقدار أكسچين الدم الشريانى الوارد إلى العضلة بالمقارنة بمقدار أكسچين الدم الوريدى الصادر عن العضلة، حيث كلما زاد الفرق دل ذلك على زيادة الأكسچين المستهلك بالعضلة، أى زيادة الطاقة الهوائية.

استهلاك الجليكوچين

يلعب الجليكوجين دورا هاما فى العمل العضلى الهوائى الذى يتطلب الأداء المستمر لفترة طويلة، وتزداد السعة الهوائية كلما تزايد مخزون العضلات من الجليكوچين بنسبة ٥٠-٦٠٪ أو أكثر، وهناك علاقة ارتباطية بين مستوى تخزين الجليكوچين بالعضلات والقدرة على الاستمرار فى الأداء لفترة طويلة، وعند أداء الحمل البدنى بشدة ٦٠-٧٠٪ من مستوى الحد الاقصى لاستهلاك الأكسچين فإن مصدر الطاقة أثناء ذلك يعتمد على استخدام جليكوچين العضلة بنسبة ٥٠-٨٥٪، وكلما زاد استهلاك مخزون الجليكوچين بالعضلة تزداد نسبة الاعتماد على استهلاك جلوكوز الدم والتى تبلغ حوالى ١٠-١٥٪ فى بداية العمل وتصل إلى نسبة ٥٠٪ حالة زيادة التعب، أى أن جليكوجين الكبد يظهر دوره فى حالات التعب.

تأثير التدريب للياقة الطاقة على نوعية الألياف العضلية

تحدث تغيرات فسيولوچية فى الألياف السريعة والألياف البطيئة تحت تأثير التدريب يمكن تلخيصها فيما يلى:

١- تزيد كفاءة الألياف العضلية السريعة والبطيئة تحت تأثير التدريب الهوائى.

٢- تظهر تغيرات تحسن الجلكزة اللاهوائية بشكل أكبر فى الألياف سريعة الانقباض.

٣- تحدث زيادة فى تضخم العضلة فى كلا نوعى الألياف السريعة والبطيئة وتكون أكثر فى الألياف السريعة.

٤- يمكن حدوث بعض التغيرات فى طبيعة الألياف تحت تأثير نوعية التدريب الهوائى تتحول الألياف السريعة من نوع (ب) (سريعة تكسير الجليكوجين) إلى الألياف البطيئة (أ).

تدريب لياقة الطاقة

بدأ الاهتمام بتدريب لياقة الطاقة بالتقسيم الأساسى لتنمية كل من الطاقة اللاهوائية والطاقة الهوائية، ثم مع تطور طرق التدريب فى هذا

المجال ازداد هذا التقسيم وأصبح كل من الطاقة اللاهوائية والطاقة الهوائية ينقسم فى حد ذاته إلى عدة مستويات، فكما تختلف أزمنة دوام الأنشطة الرياضية المختلفة، وكذلك شدة الأداء فى كل منها تختلف أيضا نظم الطاقة فى كل عمل عضلى، وبناء على ذلك فقد قسم العلماء نظم تدريب لياقة الطاقة إلى عدة مستويات مختلفة، فقد قسمها بلاتونف إلى ثمانية مستويات، غير أن أكثرها شيوعا الآن هو تقسيم تدريب نظام الطاقة اللاهوائى إلى ثلاثة مستويات وكذلك تقسيم تدريب نظام الطاقة الهوائى إلى ثلاثة مستويات أيضا، وهذه المستويات تختلف فى شدة ودوام الأداء تبعا لطبيعة الأداء الرياضى التخصصى.

وبملاحظة الجدول التالى يتضح أن زمن الأداء فى المنافسة يرتبط بمتطلبات ونوعية التحمل المطلوب، ففى الأنشطة التى تتميز بطول فترة الأداء مثل الجرى مسافات طويلة نلاحظ أن نسبة العمل الهوائى تزيد بدرجة تصل إلى ٨٠٪ من حجم تمرينات التحمل العام وتقل نسبة تمرينات التحمل اللاهوائى والسرعة، أما بالنسبة لأنشطة السرعة أو القوة المميزة بالسرعة فإن هناك بعض الصعوبة فى تنمية التحمل العام، حيث إن استخدام تمرينات التحمل الهوائى يجب أن يتم بحذر بحيث يتحقق الهدف منه دون التأثير السلبى على مستوى السرعة، ولذلك يلاحظ عدم التركيز على العمل الهوائى بنسبة كبيرة فى الوقت الذى توزع فيه نسب التدريب على التحمل اللاهوائى «نظام حامض اللاكتيك» وتنمية السرعة والمرونة والتوافق، وسوف نتناول فى الأجزاء التالية مناقشة أنواع التحمل العام المختلفة.

جدول (٣٧)

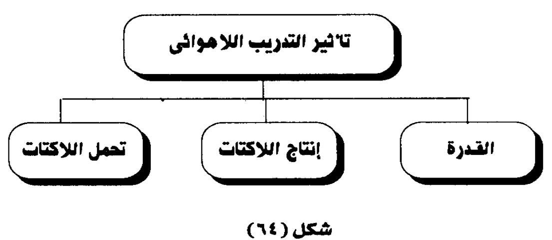
النسب المئوية لتوزيع حمل التدريب لتنمية التحمل العام تبعا للفترة الزمنية للأداء التنافسى عن بلاتونف، ١٩٨٦

زمن المنافسة	هوائى (تحمل هوائى)	لاهوائى لاكتيك (تحمل سرعة)	لاهوائى فوسفاتى (سرعة)	مرونة وتوافق
١٥-٢٠ثانية	٢٠	٢٠	٤٥	١٥
٢٠-٤٥ ثانية	٢٥	٣٠	٣٠	١٥
٤٥-١٢٠ثانية	٤٠	٢٥	٢٠	١٥
٣-١٠دقائق	٥٠	٢٥	١٥	١٠
١٠-٣٠دقيقة	٦٠	٢٠	١٠	١٠
٣٠-٨٠دقيقة	٧٠	١٥	٥	١٠
٨٠-١٢٠دقيقة	٧٥	١٥	٥	٥
أكثر من ١٢٠ دقيقة	٨٠	١٠	٥	٥

هناك ثلاثة مستويات أساسية لتدريب نظم الطاقة اللاهوائية ويمكن تقسيمها كما يلى :

- تدريب القدرة Power Training.
- تدريب إنتاج اللاكتات Lactate Production training
- تدريب تحمل اللاكتات Lactate Tolerance Training

وفيما يلى نتناول كل نوع من هذه التقسيمات :



شكل (٦٤)

١- تدريب القدرة Power Training

يعتبر نظام الطاقة الفوسفاتى ATP-PC هو النظام الأساسى الذى تعتمد عليه الأنشطة الرياضية التى تتطلب عنصر السرعة أو القوة المميزة بالسرعة مثل العدو ورفع الأثقال، وهذه الأنشطة أيضا تتميز بصفة القدرة وهى القوة المميزة بالسرعة؛ لذا فإن طبيعة التمرينات الخاصة بتنمية القدرة تتميز بقصر فترة الأداء ما بين ٥-١٠ ثانية، وبالشدة القصوى وفترات الراحة الطويلة ٢-٣ دقائق لإعطاء الوقت الكافى لاستعادة استشفاء المكونات الفوسفاتية وتجنب إنتاج الطاقة اللاهوائى وتراكم حامض اللاكتيك. (زيتسيورسكى ١٩٨٠) مع العلم بأن هذه التمرينات المستخدمة لتنمية الإمكانات اللاهوائية الفوسفاتية لا تؤدى إلى استهلاك أكثر من ٥٠-٦٠ ٪ من مخزون العضلة من المركبات الفوسفاتية.

جدول (٣٨)

تشكيل مكونات حمل التدريب لتنمية الإمكانات اللاهوائية الفوسفاتية عن بلاتونف وبلاتوفا

مكونات الحمل	الحد الأقصى	السعة «التحمل»
زمن استمرار التمرين (ث)	٥-٢٥	٣٠-٩٠
شدة الأداء	الأقصى اللاهوائى	الأقصى والأقرب للأقصى اللاهوائى
فترات الراحة البينية بين التمرينات (ق)	١,٥-٣	٢-٦
عدد التمرينات فى المجموعة	٣-٤	٣-٤
عدد المجموعات فى جرعة التدريب	٣-٥	٢-٤
فترات الراحة بين المجموعات(ق)	٥-٦	٨-١٢

وعند استخدام تمرينات تنمية الإمكانات اللاهوائية يجب مراعاة أن تكون فترة الراحة كافية لتسديد جزء كبير من الدين الأكسچين، أى كمية الأكسچين التى تحتاج إليها العضلات لبناء المركبات الفوسفاتية التى استهلكت أثناء الأداء؛ ولذلك يفضل أن يتم تنفيذ التمرين فى شكل مجموعات تحتوى كل مجموعة على ٣-٤ تكرارات مع إعطاء فترة راحة طويلة بين المجموعات (٥-٧دقائق) حيث تساعد فترة الراحة على استعادة مكونات الطاقة الفوسفاتية ولا تضطر العضلة للعمل بنظام طاقة آخر، وهو نظام حامض اللاكتيك وبدلا من أن يكون الهدف هو تنمية السرعة نجد أن الهدف تحول إلى تنمية تحمل السرعة.

٢- تدريب إنتاج اللاكتات

Lactate Production training

يعتبر الهدف الرئيسى لتدريب إنتاج اللاكتات هو دفع الرياضى لأداء تدريبات عالية الشدة تستثير الجلكزة اللاهوائية إلى أعلى مستوى لها، وبطبيعة الحال ينتج عن ذلك زيادة فى إنتاج اللاكتات نتيجة التمثيل الغذائى للجليكوجين فى غياب الأكسچين، وبالطبع فإن شدة الأداء تكون عالية، وهذا النوع من الأداء هو الأقل من القدرة بدرجة بسيطة وفى نفس الوقت لا يتطلب قدرا من التحمل؛ لأن الهدف الرئيسى هنا هو تدريب الرياضى على زيادة سرعة الأداء؛ ولذلك ينعكس هنا هدف التدريب عن تدريبات تحمل اللاكتات، فإذا كان هدف تدريبات تحمل اللاكتات هو تقليل معدل تجمع اللاكتات فى العضلة، فإن هدف تدريبات إنتاج اللاكتات عكس ذلك وهو زيادة إنتاج اللاكتات بالعضلة، وتحتاج كثير من الأنشطة اللاهوائية إلى هذا النوع من التدريب مثل سباق ٥٠ مترا سباحة و ٤٠٠ متر عدوا، فإن طبيعة الأداء هنا تتطلب أقصى سرعة لمدة أطول نسبيا من تمرينات القدرة، وهذا يعنى الحاجة إلى مزيد من الاعتماد على الجلكزة اللاهوائية، وهنا أيضا يختلف تدريب إنتاج اللاكتات عن تحمل اللاكتات حيث يهدف تدريب تحمل اللاكتات إلى تحسين عمل المنظمات الحيوية لكى تخلص العضلة والدم من زيادة تراكم اللاكتات، وهذا لا يحدث فى تدريب إنتاج اللاكتات، حيث إن فترة استمرارية الأداء التى عادة ما تكون من ٤٠-٥٠ ثانية لا تصل إلى الحد الذى يسمح بزيادة اللاكتات فى الدم بنسبة كبيرة.

٣- تدريب تحمل اللاكتات

Lactate Tolerance Training

تهدف تنمية تحمل اللاكتات إلى تنمية قدرة العضلة على تحمل الأداء العضلى الناتج عن نظام الطاقة اللاهوائى بنظام حامض اللاكتيك أى تحمل السرعة، وعند تصميم التمرينات فى هذه الحالة يجب ملاحظة أن أقصى شدة لتكوين حامض اللاكتيك تحدث بعد ١٥-٤٥ ثانية بعد بداية العمل العضلى المرتفع الشدة وعند زيادة حامض اللاكتيك فى العضلة إلى الحد الأقصى لا يستطيع الفرد الاستمرار فى الأداء لفترة طويلة.

غير أن التدريب يحسن هذه الكفاءة ويستطيع الرياضى الاستمرار بالرغم من زيادة حامض اللاكتيك، وبالرغم من الإحساس بالتعب لفترة أطول، وقد اتضح أن الفرد العادى غير الرياضى يستطيع الاستمرار فى الأداء حتى ٢ دقيقة، بينما يتميز الرياضيون فى الأنشطة التى تتطلب صفة تحمل السرعة والتى تستمر ٢-٥

دقائق يتميزون بالقدرة على الأداء لفترة ٣-٤ دقائق، ويلاحظ أن الحد الأقصى لتراكم اللاكتيك يظهر عند أداء الأحمال البدنية القصوى لفترة قصيرة خلال ١-٤ دقائق ويقل الحد الأقصى لتراكم حامض اللاكتيك مع زيادة فترة الأداء.

عندما يهدف التمرين إلى تنمية المقدرة القصوى يكون زمن استمرار التمرين من ٣٠-٤٥ ثانية حتى ٦٠-٩٠ ثانية، وعندما يكون الهدف هو تنمية سعة تحمل اللاكتيك يستمر زمن الأداء ٢-٤ دقائق إلى ٥-٧ دقائق.

يؤدى تكرار التمرين إلى زيادة تركيز حامض اللاكتيك؛ ولذلك فعند استخدام تمرين لفترة دقيقة مع إعطاء راحة لفترة ٤ دقائق يمكن أن يصل حامض اللاكتيك إلى أقصى تركيز له بعد التكرار الخامس للتمرين.

ويلاحظ أن شدة الحمل لها تأثيرها فى استهلاك الجليكوچين، ففى حالة استخدام شدات منخفضة ولفترة طويلة يستهلك جليكوچين العضلة فى الألياف البطيئة، أما فى حالة استخدام شدات عالية ولفترات أداء قليلة (حوالى دقيقة) يستهلك جليكوچين الألياف السريعة.

ويجب مراعاة هذه الحقائق الفسيولوچية عند تشكيل الأحمال التدريبية لتنمية الإمكانات اللاهوائية اللاكتيكية.

ويمكن استخدام تمرينات قصيرة الدوام لتنمية الإمكانات اللاهوائية اللاكتيكية ٣٠-٦٠ ثانية إلا أن ذلك يتطلب زيادة عدد تكرارات التمرين فى المجموعة بحيث يكون الزمن الكلى للأداء فى حدود ٣-٤ إلى٥-٦ دقائق، وتكون الراحة بين تكرارات التمرينات التى تستمر ١٠-١٥ ثانية فى حدود ٣٠ ثانية وفى حالة التمرينات التى تستمر ٢٠-٣٠ ثانية تكون الراحة ٦٠ ثانية.

جدول (٣٩)

تشكيل مكونات حمل التدريب لتنمية الإمكانات اللاهوائية اللاكتيكية عن بلاتونف وبلاتوفا

مكونات حمل التدريب	الحد الأقصى	السعة «التحمل»
شدة الحمل	٣٠-٩٠ ثانية	٢-٤ دقيقة
الراحة بين التمرينات	الحد الأقصى والقريب من الأقصى والأقل من الأقصى اللاهوائى	الحد الأقل من الأقصى مع الدمج بين العمل اللاهوائى والهوائى
عدد تكرارات التمرين فى المجموعة	٤-٦	٤-٦
عدد المجموعات فى جرعة التدريب	٣-٥	٣-٤
الراحة بين المجموعات	٥-٦	٨-١٢

وقد اقترح لامب ١٩٨٤ «Lamb» أسلوب تشكيل الأحمال التدريبية لتنمية السعة اللاهوائية بطريقة التدريب الفترى كما يلى:

جدول (٤٠)

استخدام طريقة التدريب الفترى لتنمية السعة اللاهوائية والتحمل العضلى المتحرك

عن: Lamb ١٩٨٤

زمن أداء التمرين	الشدة ٪	فترة الراحة البينية	عدد التكرارات	عدد جرعات التدريب الأسبوعى
١٠ث	١٠٠	١٠ث	٢٠-٣٠	٣-٤
٢٠ث	١٠٠	١٥ث	١٠-٢٠	٣-٤
٣٠ث	١٠٠	١-٢دقيقة	٨-١٨	٣-٤
دقيقة	٩٥-١٠٠	٣-٥دقائق	٥-١٥	٣-٤
دقيقتان	٩٠-١٠٠	٥-١٥دقيقة		

تدريب اللياقة الهوائية

تتطلب تنمية نظم الطاقة الهوائية تنفيذ أحجام تدريبية كبيرة مع استخدام شدات مختلفة تزيد أو تقل عن العتبة الفارقة اللاهوائية، أى الشدة التى تؤدى إلى زيادة تركيز حامض اللاكتيك فى الدم ٣-٤مللى مول / لتر.

التحمل الهوائى الموضعى

يستخدم المدرب أحيانا بعض التمرينات لزيادة قوة أو تحمل مجموعة عضلية معينة، ويستخدم فى تدريب التحمل الهوائى تمرينات تهدف إلى زيادة التحمل الموضعى لمجموعة عضلية معينة، مثل ضربات الرجلين فقط فى السباحة أو ضربات الذراعين أو السباحة بذراع واحد، كما تستخدم أيضا نفس الفكرة فى الدراجات، ومثل الجرى مع زيادة المقاومة، وفى مثل هذه الحالة من المفيد استخدام المقاومة مثل الحبل المطاط أو الزعانف فى السباحة، وهذا التأثير الموضعى يعمل على زيادة سريان الدم فى العضلات العاملة ويزيد من كفاءة هذه العضلات لاستهلاك الأكسجين.

عدد مرات التدريب الأسبوعى

يرتبط تحقيق مستوى عال من التحمل الهوائى بعدد جرعات التدريب الأسبوعى الموجهة نحو تنمية التحمل الهوائى بعد تدريب المستويات العليا بهدف رفع كفاءة عضلة القلب والتنفس فيكون عدد مرات التدريب الأسبوعى ٣-٤ مرات، أما فى حالة ما يكون الهدف هو تحقيق التكيف الخارجى لعضلات الجسم ذاتها فيكون من الأفضل التدريب اليومى.

وتختلف عدد مرات التدريب الأسبوعى تبعا لمستوى إعداد الرياضيين، ففى حالة الرياضيين ذوى المستويات المنخفضة يكفى ٢-٣ مرات للتدريب الهوائى أسبوعيا لإحداث تقدم ملموس.

ويكفى ٣-٤ مرات تدريب أسبوعى للرياضيين المتخصصين فى أنشطة القوة المميزة بالسرعة والتوافق، وبالنسبة لأنشطة أخرى مثل ألعاب الكرة وبصفة خاصة كرة القدم وكرة اليد وكرة الماء، فإن التحمل الهوائى يلعب دورا أساسيا فى إعداد الرياضى؛ ولذلك يجب زيادة حجم التدريب الهوائى، غير أن ذلك لا يجب أن يكون كله فى اتجاه الأنشطة الهوائية الأخرى كالجرى والسباحة وغيرها، ولكن يفضل أن يتم تنمية التحمل الهوائى فى شكل متواز مع تحقيق الواجبات التدريبية الأخرى، أى مع تنمية الجوانب المهارية والخططية وفى ظروف اللعب.

التأثير السلبى لتدريبات التحمل الهوائى على السرعة

يؤدى التدريب على التحمل الهوائى لفترة طويلة إلى تغيرات فى خصائص الألياف العضلية السريعة من نوع (أ) ونوع (ب) حيث يزيد من مستوى التحمل لدى هذه الألياف، إلا أن ذلك يؤثر تأثيرا سلبيا فى نفس الوقت على مستوى السرعة.

يتميز الرياضيون فى أنشطة التحمل بزيادة كبيرة للألياف السريعة من نوع (أ) ونسبة أقل من نوع (ب)، وفى الأنشطة الرياضية التى لا تعتمد على التحمل، نجد أن الألياف السريعة من نوع (ب) موجود بنسبة كبيرة، وعلى سبيل المثال لدى متسابقى الجرى مسافات طويلة توجد الألياف البطيئة بنسبة ٦٧,١٪ والألياف السريعة (أ) بنسبة ٢٨٪ والألياف السريعة (ب) بنسبة ١,٩ ٪ فقط وإذا ما لاحظنا نفس التوزيع فى عضلة أخرى لا تقوم بالعمل الأساسى فى الجرى ولدى نفس المتسابقين اتضح أن توزيع الألياف فى العضلة الدالية بنسب ٦٨,٣ للألياف البطيئة و١٤,٣ للألياف السريعة (أ) و١٧,٤ للألياف السريعة (ب).

ويدل النقص الواضح فى الألياف السريعة (ب) إلى تأثير عمليات التكيف الفسيولوجى نتيجة التدريب على التحمل.

وبناء على ذلك فإنه يجب الحذر عند تدريب الرياضيين المتخصصين فى أنشطة السرعة والقوة المميزة بالسرعة بحيث لا تؤثر تنمية التحمل الهوائى تأثيرا سلبيا على صفة السرعة، وذلك بعدم المبالغة فى استخدام تدريبات التحمل الهوائى وزيادة نسبة هذه التدريبات عند تخطيط التدريب لمثل هؤلاء الرياضيين.

مستويات تدريبات اللياقة الهوائية

أمكن تقسيم مستويات هذه التدريبات إلى ثلاثة مستويات متدرجة الشدة أطلقت عليها عدة مسميات، غير أننا يمكن أن نتبع التقسيم التالى:

- تدريب التحمل الأساسى

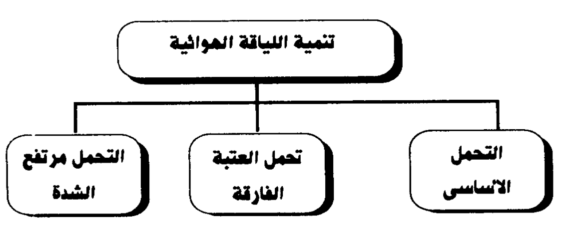
Basic Endurance Training

- تدريب تحمل العتبة الفارقة

Threshold Endurance Training

- تدريب التحمل مرتفع الشدة

Overload Endurance Training



شكل (٦٥)

وسنتناول فيما يلى كلا من هذه الأنواع:

١- تدريب التحمل الأساسى

Basic Endurance Training

يعتبر هذا النوع من التدريب أقل أنواع تدريبات التحمل من حيث شدة الأداء؛ لذلك فهو يتطلب أداء أحجام كبيرة بشدات معتدلة، وفى هذه الحالة يقل الاعتماد على الچليكوجين فى إنتاج الطاقة، وتتجه العضلات إلى الدهون كمصدر لإنتاج الطاقة، ويعتمد العمل العضلى هنا على الألياف البطيئة التى تستهلك الجليكوچين والدهون فى وجود الأكسچين، وتستخدم عادة تدريبات التحمل الأساسى فى بداية الموسم حتى تعد أجهزة الجسم لتحمل التدريب خلال مراحل الموسم المختلفة؛ ولذلك يعتمد المدربون على هذه التدريبات خلال أول ٣-٦ أسابيع من الفترة الأولى من الموسم التدريبى، حيث تشكل نسبة مئوية تصل إلى من ٥٠-٦٠٪ من حجم التدريب الكلى خلال هذه الفترة، ثم يقل الاعتماد على هذه التدريبات تدريجيا حتى تصل إلى نسبة ٣٠-٤٠٪.

٢- تدريب تحمل العتبة الفارقة

Threshold Endurance Training

يختلف مستوى العتبة الفارقة تبعا لنوعية التخصص الرياضى، كما يختلف أيضا بين الرياضيين فى التخصص الرياضى الواحد، وهذا المصطلح يقصد به شدة الحمل التى تؤدى إلى زيادة حامض اللاكتيك وظهوره فى الدم بنسبة معينة، وعادة ما ينسب إلى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين، وكلما ارتفع مستوى الإمكانات الهوائية زادت قدرة الجسم على مقاومة زيادة إنتاج حامض اللاكتيك، وبالتالى تأخرت لحظة زيادة تركيزه بالدم والعكس، وبناء على ذلك فإن العتبة الفارقة اللاهوائية لدى غير المدربين تظهر عند مستوى منخفض لاستهلاك الأكسچين ٤٠-٥٠٪ ويمكن الاستمرار عند هذا المستوى من العمل حتى ٣٠-٤٠ دقيقة، أما بالنسبة للرياضيين المتخصصين فى أنشطة التحمل لفترات طويلة، كالجرى مسافات طويلة والدراجات فإن العتبة الفارقة اللاهوائية لديهم تظهر متأخرة، وعندما يصلون إلى حد أعلى لاستهلاك الأكسچين يصل إلى ٨٠-٨٥٪ ويمكنهم الاستمرار فى العمل عند هذا المستوى لفترة ١-٢ ساعة، وبالنسبة لأنشطة ألعاب الكرة تكون العتبة الفارقة اللاهوائية عند مستوى ٦٥-٧٥٪ من الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين.

ولكن كيف يحدد المدرب شدة حمل التدريب بالنسبة للنسبة المئوية للحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين ؟

من المعروف أن هناك علاقة بين معدل القلب فى الدقيقة والحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين؛ ولذلك فإن استخدام قياسات النبض وتحديد معدله أثناء المجهود تساعد فى تحديد النسب المئوية للحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين، ويساعد فى ذلك الاسترشاد بالجدول التالى:

جدول (٤١)

تحديد شدة حمل التدريب عن طريق معدل القلب والنسب المئوية للحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين

معدل القلب	النسبة المئوية للحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين
١١٠-١٣٠	٤٠-٤٥٪
١٣٠-١٥	٥٠-٥٥٪
١٥٠-١٧٠	٦٠-٦٥٪
١٧٠-١٨٠	٧٥-٨٠٪
١٨٠-١٩٠	٨٥-٩٠٪
١٩٠-٢١٠	٩٠-١٠٠٪

عند استخدام حمل التدريب بشدة ٩٠٪ من الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين فإن نسبة من الطاقة اللاهوائية تشارك فى العمل مع مشاركة الألياف السريعة، أما فى حالة استخدام شدات ٦٠-٧٠٪ فإن الألياف العضلية البطيئة هى الأساسية فى القيام بالعمل المطلوب.

يجب مراعاة أن زيادة استخدام أحمال تدريبية كبيرة لا تتناسب مع إمكانات الرياضى يمكن أن يؤدى إلى انخفاض تأثير التدريب نتيجة استمرار انخفاض استهلاك الأكسچين ونقص حجم الدم المدفوع فى الضربة الواحدة، وفى نفس الوقت زيادة معدل القلب وحجم التهوية الرئوية، وهذا يؤدى إلى زيادة التعب وبطء الاستشفاء.

٣- تدريب التحمل مرتفع الحمل

Overload Endurance Training

يعتبر هذا النوع من التدريب أعلى درجات تنمية التحمل الهوائى، ويعبر عنه بالحد الأقصى للقدرة الهوائية، وهى تقاس عادة بالحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين أى أكبر قدر من الطاقة الهوائية يمكن إنتاجه خلال فترة زمنية قصيرة، وهذا النوع من التدريب يحتاج إليه جميع الرياضيين باعتباره قمة الكفاءة الهوائية فى أعلى درجاتها، وهو يعتبر التدريب الرئيسى للأنشطة الرياضية التى تستمر فترة الأداء فيها حتى ١٠ دقائق، حيث إنها الفترة المثالية لاحتفاظ اللاعب بأعلى مستوى ممكن لاستهلاك الأكسچين، ويتطلب تنمية الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين العمل على تحقيق بعض الأهداف الفسيولوچية تشمل ما يلى:

١- سرعة التهيئة، بمعنى سرعة عمل الأجهزة المسئولة عن إنتاج الطاقة الهوائية بحيث تصل إلى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين فى أقل زمن ممكن.

٢- سعة العمليات الهوائية، وتظهر فى المقدرة على الاحتفاظ بمستوى عال ولأطول فترة ممكنة من إنتاج الطاقة الهوائية، أى مستوى عال من استهلاك الأكسچين

٣- حجم حمل التدريب الهوائى يتحقق هدف التدريب الهوائى بتحقيق أفضل النتائج إذا ماتم تحديد الحجم المناسب لحمل التدريب فى كل جرعة تدريب وخلال دورة التدريب سواء كانت الدورة الصغرى أو المتوسطة أو الكبرى، كما أن الحجم المناسب للتدريب يمكن أن يختلف تبعا للفروق الفردية، وبملاحظة متسابقى الجرى مسافات طويلة يمكن تحديد حجم التدريب بناء على الطاقة المستهلكة بمقدار ٥٠٠٠ سعر حرارى إلى ٦٠٠٠ سعر حرارى فى الأسبوع بمعدل حوالى ٧١٥ إلى ٨٦٠ سعرا حراريا فى اليوم، وبترجمة ذلك إلى المسافات فإنها تساوى ٨٠-٩٥ كيلو مترا فى الأسبوع، ولتحقيق نفس النتائج فى السباحة، بحيث إن يقطع السباح مسافة ٤٠٠٠-٦٠٠٠ متر فى اليوم، وقد يحتاج البعض إلى أحجام أكثر أو أقل من ذلك.

ويعتقد بعض المدربين والرياضيين أن اكتساب التحمل الهوائى يتطلب أداء أكبر حجم ممكن من التدريب وإذا كان ذلك حقا فإن الشخص الذى يتدرب أكثر ويستهلك طاقة عالية يمكن تحقيق مستويات أعلى للحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين، غير أن ذلك ليس صحيحا تماما، حيث إن الرياضى سوف يصل إلى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين بعد فترة معينة من التدريب ثم لا يتم التحسن بعد ذلك بالرغم من زيادة حجم التدريب، وبصفة عامة فإن الرياضى الذى يستهلك ١٠٠٠ سعر حرارى خلال التدريب لن يستفيد إذا ما تدرب أكثر من مرة فى اليوم.

٤- شدات حمل التدريب الهوائى: لايعتمد تحقيق التكيف فى تدريب التحمل على حمل التدريب وحده ولكن أيضا على شدة حمل التدريب اتضح أن استخدام تمرينات بشدة عالية يؤدى إلى نتائج أفضل من استخدام شدات منخفضة ولفترة أداء طويلة.

وقد قام كثير من الباحثين بدراسة معدل تنمية الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين وأشارت نتائج هذه الدراسات إلى إمكانية زيادة الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين بنسبة من ١٥-٣٠٪ خلال الفترة الأولى من التدريب فى أول ٢-٣ أشهر من بداية التدريب، ويمكن أن تصل هذه النسبة إلى ٤٠-٥٠٪ اذا ما استمر التدريب لفترة ٩-٢٤ شهرا، ولا يكون للتدريب بعد ذلك تأثير ملموس على زيادة استهلاك الأكسچين، وتستجيب الإنزيمات بصورة سريعة للتدريب الهوائى، بينما يتم زيادة مساحة شبكة

الشعيرات الدموية بصورة بطيئة، غير أنه عادة ما يكفى فترة ٨-١٠ أسابيع لإحداث تنمية متكاملة للحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين؛ ولذلك فعند التخطيط السنوى أو الموسمى أو لعدة سنوات يراعى تطبيق ذلك بأن زيادة استهلاك الأكسجين يكفى لها هذه الفترة المحددة ٨-١٠ أسابيع، على أن تكون الفترات التى تلى ذلك بهدف الحفاظ على المستوى الذى أمكن التوصل إليه خلال هذه الفترة.

طرق التدريب

تستخدم لتنمية الإمكانات الهوائية طريقة التدريب الفترى وطريقة التدريب المستمر، كما يمكن أن تنفذ كلتا الطريقتين باستخدام الحمل الثابت بدون تغيير فى سرعة الأداء أو باستخدام الحمل المتغير، أى التغيير فى سرعة الأداء.

طريقة التدريب الفترى

تستخدم طريقة التدريب الفترى أساسا لزيادة السعة اللاهوائية، حيث تؤدى معظم التمرينات بسرعة مما يؤدى إلى تراكم حامض اللاكتيك، غير أن هذه الطريقة يمكن أيضا استخدامها لتنمية نظام إنتاج الطاقة الهوائى، حيث إن تكرار تمرينات ذات سرعة مع راحة قصيرة بينية يمكن أن يؤدى إلى نفس الفائدة التى يمكن تحقيقها باستخدام تمرينات مستمرة بشدة عالية لفترة طويلة.

وأصبح الآن تستخدم طريقة التدريب الفترى الهوائى وخاصة فى السباحة والجرى باستخدام مسافات يتراوح زمن أدائها ما بين ٣٠ ثانية إلى ٥ دقائق (٥٠مترا حتى ٤٠٠ متر) ومع فترات راحة بينية تتراوح ما بين ٥-١٥ ثانية.

وعند استخدام طريقة التدريب الفترى يوصى باتباع التوصيات التالية:

١- يجب ألا يزيد زمن استمرار التمرين الواحد عن ١-٢ دقيقة.

٢- تكون فترة الراحة البينية من ٤٥-٩٠ ثانية تبعا لزمن أداء التمرين.

٣- تتحدد شدة التمرين بناء على معدل القلب الذى يكون فى حدود ١٧٠-١٨٠ ضربة / دقيقة بعد الأداء مباشرة و١٢٠-١٣٠ ضربة / دقيقة فى نهاية فترة الراحة البينية، وزيادة معدل القلب عن ١٨٠ ضربة / دقيقة مع زيادة زمن الراحة عن ١٢٠ ضربة / دقيقة لا يؤدى إلى الفائدة المرجوة، وفى بعض الأحيان يؤدى إلى تقليل حجم الدم المدفوع من القلب فى الضربة الواحدة حيث يبقى حجم الضربة عاليا لفترة طويلة خلال فترة الراحة بين التكرارات.

طريقة التدريب المستمر

يمكن القول أن استخدام تمرين لفترة مستمرة بشدة عالية يحقق نفس الفوائد باستخدام التدريب الفترى.

طريقة التدريب الفترى لها تأثير إيجابى على جميع أجهزة الجسم المسئولة عن نقل واستهلاك الأكسجين، ويجب أن يكون الأداء عند مستوى شدة يحدد بمعدل القلب من ١٤٥-١٧٥ ضربة / دقيقة مما يؤدى إلى رفع الكفاءة الوظيفية لعضلة القلب.

ويستمر الأداء عادة لفترة ١٠ إلى ٦٠-٩٠ دقيقة، وقد يستخدم فى بعض الأحيان فترات أداء أطول من ذلك تمتد إلى ٢-٣ ساعات.

يمكن التدرج بحمل التدريب لتنمية الإمكانات الهوائية على ثلاث فترات باستخدام معدل القلب

الفترة الأولى ١٢٠-١٤٠ ضربة / دقيقة.

الفترة الثانية ١٤٠-١٦٥ ضربة / دقيقة.

الفترة الثالثة ١٦٥-١٨٥ ضربة / دقيقة.

ويجب ملاحظة أن استخدام طريقة التدريب المستمر بالحمل الثابت بصفة مستمرة دون التنويع يمكن أن يؤدى إلى تأثيرات سلبية على سرعة الأداء، وعلى الإمكانات اللاهوائية وانخفاض مستوى الكفاءة الوظيفية للعضلة؛ ولذلك يجب استخدام الأنواع المختلفة من طرق التدريب مع التنويع فى سرعة الأداء.

تحقيق الواجبات التدريبية من خلال تنويع طرق التدريب

إن استخدام أنواع مختلفة من طرق التدريب لتنمية الإمكانات الهوائية يساعد على تحقيق أهداف التنمية المتكاملة لهذه الإمكانات الهوائية، فعلى سبيل المثال:

١- لزيادة سرعة التهيئة وتقليل زمن الوصول إلى أقصى حد لاستهلاك الأكسجين تستخدم طريقة تدريب المراحل والتدريب المستمر مع الحمل المتغير، حيث إن سرعة التغيير فى الشدة ومن العمل إلى الراحة السلبية أو إلى العمل بشدة أقل، كل هذه التغيرات تساعد على تكيف أجهزة الجسم على سرعة الاستجابة إلى العمل الهوائى، حيث إن الرياضى يتعرض لحالة التهيئة خلال جرعة التدريب الواحدة بما لا يقل عن ٣-٤ مرات.

٢- ولرفع مستوى سعة العمليات الهوائية تستخدم طريقة التدريب الفترى والمستمر بالحمل الثابت حتى يمكن الاحتفاظ بمستوى عال من الأداء لأطول فترة ممكنة.

وحتى يمكن الاستفادة من طرق التدريب يجب التنويع فى أساليب الاستخدام ما بين التدريب المستمر والفترى، مع توزيع ذلك على مدار الموسم التدريبى، ففى بداية الموسم التدريبى وخلال فترة الإعداد الأولى تزداد نسبة استخدام طريقة التدريب المستمر بالحمل الثابت، بينما تستخدم طريقة التدريب المستمر مع الحمل المتغير فى الفترات التالية، وبنفس الطريقة يتم التدرج باستخدام التدريب الفترى بالحمل الثابت فى البداية ثم بالحمل المتغير.

يمكن الاستعانة بتشكيل أحمال التدريب باستخدام طريقة التدريب الفترى بناء على الأسس التى وضعها فوكس وآخرون ١٩٩٣ فى الجدول التالى:

جدول (٤٢)

تشكيل حمل التدريب باستخدام طريقة التدريب الفترى

لتنمية نظم إنتاج الطاقة بناء على زمن الأداء

عن: (Fox et al 1993)

نظام الطاقة	زمن الأداء	عدد التكرارات	عدد المجموعات	عدد التكرارات فى المجموعة	نسبة العمل للراحة	نوعية الراحة
النظام الفوسفاتى	١٠ ثانية	٥٠	٥	١٠	١ : ٣	مشى مطاطية
	١٥ ثانية	٤٥	٥	٩		
	٢٠ ثانية	٤٠	٤	١٠		
	٢٥ ثانية	٣٢	٤	٨		
النظام الفوسفاتى والنظام اللاكتيكى	٣٠ ثانية	٢٥	٥	٥	١ : ٣	تمرينات خفيفة إلى متوسطة هرولة
	٤٠-٥٠ ثانية	٢٠	٤	٥		
	١-١٠, ١ دقيقة	١٥	٣	٥		
	٢٠, ١ دقيقة	١٠	٢	٥		
النظام اللاكتيكى والنظام الأكسچينى	٣٠, ١-٢ دقيقة	٨	٢	٤	١ : ٢	تمرينات خفيفة
	١٠, ٢-٤٠, ٢ دقيقة	٦	١	٦		
	٥٠, ٢-٣ دقيقة	٤	١	٤	١ : ١	
النظام الأكسچينى	٣-٤ دقيقة	٤	١	٤	١ : ١	تمرينات أو راحة
	٤-٥ دقيقة	٣	١	٣	١ : ٢	

هناك نماذج عديدة توضح كيفية تنمية نظم إنتاج الطاقة، وسوف نوضح فيما يلى أمثلة تطبيقية عليها:

جدول (٤٣)

تطبيق طريقة التدريب الفترى لتنمية لياقة الطاقة وفقا لأزمنة الأداء الرياضى

فوكس وآخرون ١٩٩٣

نظم الطاقة	زمن الأداء دقيقة/ ثانية	التكرارات	المجموعات	عدد التكرارات فى كل المجموعة	نسبة العمل إلى الراحة	نوعية الراحة
النظام الفوسفاتى APT - PC	١٠ ثانية ١٥ ثانية ٢٠ ثانية ٢٥ ثانية	٥٠ ٤٥ ٤٠ ٣٢	٥ ٥ ٤ ٤	١٠ ٩ ١٠ ٨	١ : ٣	مشى أو مطاطية
النظام الفوسفاتى والنظام اللاكتيكى APT - PC - La	٣٠ ثانية ٤٠-٥٠ ثانية ١-١٠ , ١ دقيقة ٢٠ , ١ دقيقة	٢٥ ٢٠ ١٥ ١٠	٥ ٤ ٣ ٢	٥ ٥ ٥ ٥	١ : ٣	تمرينات خفيفة هرولة
النظام اللاكتيكى والأكسجينى	٣٠ , ١-٢ دقيقة ١٠ , ٢-٤٠ , ٢ دقيقة ٥٠ , ٢-٣ دقيقة	٨ ٦ ٤	٢ ١ ١	٤ ٦ ٤	١ : ٢ ١ : ١	راحة إيجابية أو سلبية
النظام الأكسجينى	٣-٤ دقيقة ٤-٥ دقيقة	٤ ٣	١ ١	٤ ٣	١ : ١ ١ :٥ , ٠	راحة إيجابية أو سلبية

جدول (٤٤)

تطبيق طريقة التدريب الفترى لتنمية لياقة الطاقة وفقا لمسافة السباق

فوكس وآخرون ١٩٩٣

نظم الطاقة	مسافة السباق بالياردة		التكرارات	المجموعات	التكرارات فى كل المجموعة	نسبة العمل إلى الراحة	نوع الراحة
	جرى	سباحة					
النظام الفوسفاتى APT - PC	٥٥ ١١٠		٢٥	٥٠ ٢٤	٥ ٣	١ : ٣	راحة إيجابية
النظام الفوسفاتى والنظام اللاكتيكى APT - PC - La	٢٢٠ ٢٤٠		٥٠ ١٠٠	١٦ ٨	٤ ٢	١ : ٣ ١ : ٢	راحة إيجابية
النظام اللاكتيكى والأكسچينى	١١٠٠ ١٣٢٠		٢٥٠ ٤٠٠	٣ ٣	١ ١	١ : ٠,٥ ١ : ٠,٥	راحة إيجابية أو سلبية

جدول (٤٥)

طرق التدريب المختلفة وتأثيرها على تنمية نظم الطاقة بالنسبة المئوية

فوكس وآخرون ١٩٩٣

زمن أداء التمرين	ATP - PC - LA	LA - O_2	O_2
تزايد السرعة	٩٠	٥	٥
جرى مستمر سريع	٢	٨	٩٠
جرى مستمر بطىء	٢	٥	٩٣
جرى مرتفعات	٨٥	١٠	٥
فترى سريع	٢٠	١٠	٧٠
تدريب فترى	١٠ – ٨٠	١٠ – ٨٠	١٠ – ٨٠
هرولة	–	١٠	٩٠
تدريب تكرارى	١٠	٥٠	٤٠
فارتليك	٢٠	٤٠	٤٠
تدريب السرعة	٩٠	٦	٤

تنمية الاقتصادية فى الجهد

عند تنمية الاقتصادية لا يجب إغفال أهمية تنمية القدرة على الاقتصاد فى الجهد المبذول واستخدام الحد الأقصى للقدرة الهوائية والسعة الهوائية أفضل استخدام.

وترتبط الاقتصادية فى النشاط الحركى بغيرها من جوانب إعداد الرياضى المهارية والخططية والبدنية والنفسية؛ ولذلك فإن تنمية الاقتصادية يجب أن تتم فى شكل متواز مع تنمية الصفات الأخرى.

وتلعب الاقتصادية دورا هاما فى توفير جهد الرياضى وتركيزه دون بذل جهد زائد أو عال لا داعى له، وبذلك يتحسن أداء الرياضى سواء المهارى أو الخططى أو البدنى؛ ولذلك فإن الاقتصادية تحتل مكانا هاما عند إعداد الرياضى للأداء لفترة طويلة فى مواجهة التعب.

وتلعب الاقتصادية دورا هاما فى سرعة عمليات التهيئة للوصول إلى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين والقدرة على الأداء لفترة طويلة وبمستوى عال، ويتم تنمية الاقتصادية باستخدام طريقة التدريب الفترى وطريقة التدريب المستمر.

التدريب المستمر

تتحسن الاقتصادية فى الوظائف الحيوية للجسم نتيجة للتدريب المستمر لفترة ٢-٣ أشهر بشدة ٨٠-٩٠٪ للجهازين الدورى والتنفسى، عندما يكون معدل القلب ٨٠-٩٠٪ من الحد الأقصى ولفترة لا تقل عن ٢٠-٣٠ دقيقة، وظهرت مؤشرات الاقتصادية فى الجهد بزيادة ارتفاع العتبة الفارقة اللاهوائية، حيث يزداد إنتاج اللاكتيك بدرجة تفوق قدرة العضلة على التخلص منه، وتلعب نوعية الألياف العضلية دورا هاما وخاصة فى تحقيق الاقتصادية عند العمل العضلى الهوائى لفترة طويلة، حيث إن تغيير طبيعة الألياف العضلية يعتبر فى حد ذاته إحدى مؤشرات الاقتصادية.

ويعتبر من المفيد لتنمية الاقتصادية التدريب على التغيير ما بين الانقباض والارتخاء العضلى بحيث يستطيع الرياضى التحكم فى المجموعات العضلية المختلفة، فحينما تنقبض العضلات الأساسية يجب أن ترتخى العضلات المضادة، ويجب أن يتقن الرياضى التحكم فى العضلات بحيث يستطيع تحقيق أقصى ارتخاء عضلى ممكن.

ومن الأهمية أن يتمكن الرياضى من أداء العمل التبادلى بين الأطراف والذى يتطلب طبيعة الأداء القدرة على تبادل الانقباض والارتخاء العضلى بين الأطراف، مثل السباحة سواء للطرف الواحد أو للطرفين، ففى السباحة تنقبض عضلات الذراعين أثناء الشد تحت الماء بينما يجب أن ترتخى خلال الحركة الرجوعية فى الهواء أو داخل الماء كما فى سباحة الصدر مثلا، كما ترتخى عضلات الدفع عند الجرى خلال مرحلة الطيران، أو قد يتم تبادل الانقباض والارتخاء لكلا الطرفين معا، ففى سباحة الفراشة ترتخى الذراعان معا فى الحركة الرجوعية فى الهواء وتنقبض فى حركة الشد تحت الماء، وكذلك تنقبض الرجلان معا فى الضربة لأسفل وترتخى عند عودتها لأعلى، كما يتم تبادل الارتخاء والأنقباض بين الذراعين أو الرجلين، مثل خطوات التحرك فى المصارعة أو تبادل الانقباض والارتخاء للذراعين أو للمجموعات العضلية المختلفة.

ومن العضلات الهامة التى يجب على الرياضى إتقان القدرة على ارتخائها عضلات الوجه، حيث يقلل ذلك شعور الرياضى بالتعب ويوفر الطاقة المستهلكة.

كما يساعد على تحقيق الاقتصادية القدرة على تطبيق الأسس الميكانيكية الحيوية للأداء والاستفادة القصوى من قوانين الحركة وغيرها.

تطبيقات ميدانية لتدريب نظم الطاقة

الجرى

وضع فوكس وآخرون نظم برامج التدريب الهوائى (التحمل) واللاهوائى السرعة لمتسابقى الجرى، ويمكن تلخيصها فى الجدول التالى :

جدول (٤٦)

أسس وضع برامج التدريب الهوائى (التحمل) واللاهوائى (السرعة) فى الجرى

(Fox et al. 1993)

مكونات الحمل	التدريب الهوائى	التدريب اللاهوائى
الشدة	معدل القلب ٨٠-٩٠٪ من أقصى	١٨٠ ضربة / دقيقة أو أكثر
عدد مرات التدريب الأسبوعى	معدل للقلب	٣ أيام
عدد مرات التدريب فى اليوم الواحد	مرة واحدة	مرة واحدة
فترة التدريب	١٢-١٦ أسبوعا	٨-١٠ أسابيع
مسافة الجرى	٣-٥ ميل (٨,٤-٨ كيلو متر)	١,٥-٢ ميل (٤,٢-٢٢,٣ كيلو متر)

تدريب اللياقة فى كرة القدم

وضع Thomas Reilly ١٩٩٦ الأسس العملية لتنمية اللياقة البدنية لدى لاعبى كرة القدم مستعينا فى ذلك بالتقسيمات الحديثة لتنمية اللياقة البدنية ولياقة الطاقة، ويمكن أن نقدم النموذج الذى قدمه فيما يلى:

يحتاج لاعب كرة القدم إلى درجة عالية من اللياقة حتى يتكمن من تلبية المتطلبات البدنية التى تفرضها طبيعة المباراة؛ كما تسمح درجة لياقة اللاعب باستخدام مهاراته الفنية طوال المباراة؛ ولهذا السبب أصبح تدريب اللياقة جزءا هاما من البرنامج التدريبى الكلى.

يجب مراعاة أن جميع أنواع تدريب اللياقة فى كرة القدم يجب أن تتشابه مع طبيعة الأداء فى المباراة بقدر الإمكان، وهذا أحد الأسباب التى تؤكد على أهمية أداء تدريبات اللياقة باستخدام الكرة مما يعطى اللاعب الفرصة لكى ينمى مهاراته الفنية والخططية تحت ظروف تشابه ما يقابله فى المباراة، كما أن هذا النوع من التدريب

تكون له دافعية أكثر مقارنة بالتدريب بدون الكرة، ولتحقيق ذلك يراعى ما يلى:

- استخدام التمرينات التى تشترك فيها معظم مفاصل الجسم.

- التدريب يكون بالسرعة القصوى Explosively.

كلما أمكن ذلك (لا يوجد شىء اسمه سرعة بطيئة).

- التدريب يكون على القدمين كلما أمكن (كما يتم فى المباراة).

مكونات تدريب اللياقة Components Of F.T

يتكون تدريب اللياقة للاعب كرة القدم من عدة مكونات حتى يمكن تغطية المتطلبات البدنية المختلفة للأداء.

ويقصد بمصطلح «التدريب الهوائى» Aerobic و«اللاهوائى» Anaerobic أسلوبى الطاقة المستخدمة، فالتدريب الهوائى واللاهوائى هو تقسيم يعتمد على شدة التدريب التى تقل أو تزيد عن الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين.

وعادة ما يحدث تمازج فى الاعتماد على تصنيفات التدريب ما بين العمل الهوائى واللاهوائى، وسوف نتناول بالشرح كل منها.

١- التدريب الهوائى Aerobic Training

كما سبق أن علمنا أن المسافة الكلية التى يقطعها اللاعب خلال المباراة بشدة عالية ترتبط بمستوى اللاعب، حيث كلما ارتفع مستوى اللاعب قطع مسافة أطول؛ لذلك من المهم أن يستطيع اللاعب التدريب بشدة عالية لفترات طويلة من الوقت، ولهذا يحتاج اللاعبون إلى مستوى عال من الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين النسبى (Vo2 max)، هذا بالإضافة إلى أن اللاعب يحتاج إلى كفاءة عالية للتحمل، حيث يصل متوسط استهلاكه للأكسجين أثناء المباراة إلى ٧٠ ٪ من Vo2 max، ويتم رفع مستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين والمقدرة على الأداء بمستوى عال لفترات طويلة بواسطة التدريب الهوائى، ويؤدى التدريب الهوائى إلى تغيرات فى العوامل المركزية، مثل القلب وحجم الدم الذى ينتج عنه مستوى أعلى من الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين كما تحدث أيضا تكيفات طرفية مع هذا النوع من التدريب، حيث يؤدى التدريب إلى زيادة الشعيرات الدموية وزيادة إنزيمات الميتوكوندريا وكذلك نشاط ايزوإنزيم Lactate dehydrogenase، وأكثر من ذلك زيادة حجم النظم المكوكية Nadh فى الميتوكوندريا، وهذه التغيرات تسبب تغيرا فى التمثيل الغذائى للعضلة والتأثيرات العامة نتيجة لذلك زيادة أكسدة الدهون واحتياطى الجليكوجين، بالإضافة إلى تقليل إنتاجية اللاكتات بنفس المعدل.

وتختلف طرق تنمية هذه العوامل الداخلية والخارجية، فالحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين يزيد عندما نستخدم شدة كل ٨٠-١٠٠ Vo2 max (حوالى ٤٠ ٪ من أقصى شدة) ولتكييف العضلة للأداء لفترة طويلة نستخدم شدة أقل من ٨٠٪ من الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين، وهذا لا يعنى أن الشدات العالية لا تحقق تكيف

العضلة من حيث زيادة عدد الشعيرات والميتوكوندريا، غير أن قصر فترة الأداء غالبا ما تكون سببا فى عدم تحقيق التكيف الأمثل.

ويؤدى الانقطاع عن التدريب إلى فقدان نسبة من هذا التكيف بنسبة ٨ ٪، كما يقل نشاط إنزيمات الأكسدة بنسبة ٢٠-٣٠ ٪ عند عدم التدريب لمدة ٣ أسابيع.

ترتبط عمليات الاستشفاء Recovery Processes من التمرينات عالية الشدة بكل من فاعلية الأكسدة وعدد الشعيرات بالعضلة.

ولهذا، فإن التدريب الهوائى لا يؤدى فقط إلى تحسين تحمل الأداء للاعب كرة القدم ولكن أيضا له تأثير على مقدرة اللاعب فى تكرار جهد أقصى.

الهدف الرئيسى للتدريب الهوائى هو رفع معدل اللعب Work - Rate أثناء المباراة، ويقلل من انخفاض مستوى الأداء المهارى ومقاومة التعب حتى نهاية المباراة وتتلخص الأهداف الخاصة للتدريب الهوائى للاعب كرة القدم فيما يلى:

١- زيادة كفاءة الجهاز الدورى لنقل الأكسچين لكى يتمكن اللاعب من الأداء بمستوى عال من الكفاءة لفترات زمنية طويلة.

٢- تحسين كفاءة العضلات العاملة فى كرة القدم لاستخدام الأكسچين وأكسدة الدهون أثناء الأداء لفترات طويلة فى التدريب نظرا لمحدودية مخزون الجليكوچين وحتى يتمكن اللاعب من الأداء بشدة عالية حتى نهاية المباراة.

٣- تحسين مقدرة اللاعب على الاستشفاء بعد مدة طويلة من التدريبات مرتفعة الشدة، وكنتيجة لهذا يحتاج اللاعب إلى وقت أقل لكى يتخلص من التعب، ويستطيع تكرار أداء فترات متتالية من الجهد عال الشدة.

مكونات التدريب الهوائى

Components Of Aerobic Training

يمكن تقسيم التدريب الهوائى إلى ثلاثة مكونات متداخلة:

* تدريب الاستشفاء Recovery Training.
* تدريب هوائى منخفض الشدة Low - intensity aerobic training.
* تدريب هوائى مرتفع الشدة High - intensity aerobic training.

ويوضح الجدول التالى الأسس التى يتم بناء عليها تقسيم التدريب الهوائى مع الأخذ فى الاعتبار أن التدريب يمكن أن يؤدى مثل المباراة؛ ولهذا يتغير معدل القلب أثناء التدريب.

أثناء تدريب الاستشفاء يؤدى اللاعب أنشطة بدنية خفيفة مثل الهرولة منخفضة الشدة، ويمكن أن يؤدى هذا التدريب فى اليوم الذى يلى المباراة أو فى اليوم الذى يلى جرعة التدريب الشديدة لمساعدة اللاعبين على العودة إلى حالتهم البدنية العادية، كما يستخدم أيضا تدريب الاستشفاء لتجنب اللاعبين أن يصبحوا فى حالة Overtraining نتيجة زيادة جرعات التدريب أو ازدحام جدول المباريات.

جدول (٤٧)

أسس التدريب الهوائى

زمن أداء التمرين	معدل القلب				استهلاك الأكسجين	
	متوسط معدل القلب	المدى	المتوسط	المدى	المتوسط	المدى
تدريب الاستشفاء	٦٥	٤٠ - ٨٠	١٣٠	٨٠ - ١٦٠	٥٥	٢٠ - ٧٠
التدريب منخفض الشدة	٨٠	٦٥ - ٩٠	١٦٠	١٣٠ - ١٨٠	٧٠	٥٥ - ٨٥
التدريب مرتفع الشدة	٩٠	٨٠ - ١٠٠	١٨٠	١٦٠- ٢٠٠	٨٥	٧٠ - ١٠٠

يهدف التدريب الهوائى منخفض الشدة إلى زيادة الشعيرات الدموية Capillarization وفاعلية الأكسدة بالعضلات (العوامل الطرفية)، وهذه الوظائف تحسن من التحمل.

ويهدف التدريب الهوائى مرتفع الشدة إلى تحسين العوامل المركزية مثل سعة الضخ لعضلة القلب التى ترتبط بدرجة كبيرة بالحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين، وهذا يحسن من مقدرة اللاعبين على أداء فترات لعب عالية الشدة لمدة طويلة خلال المباراة.

٢- التدريب اللاهوائى Anaerobic Training

يقوم اللاعب أثناء المباراة بأداء كثير من الأنشطة التى تتطلب أداء جهد سريع، مثل العدو أو سرعة تغيير الاتجاه، كما أن وجود نسبة عالية من تركيز اللاكتات لدى لاعبى المستويات العليا فى المباريات يدل على الاستثارة العالية لعمليات تكسير الجليكوچين فى عدم وجود الأكسچين Glycolysis خلال المباراة؛ لذلك فإن سعة تكرار أداء عال الشدة يحتاج إلى نوع متخصص من التدريب وهو ما يمكن تحقيقه من خلال التدريب اللاهوائى.

ويؤدى التدريب اللاهوائى إلى زيادة نشاط إنزيمات Kinase Creatine و Glycolytice، ومثل هذا التغير ينعكس على إنتاج طاقة أكثر بدون الأكسچين، كما تزيد مقدرة العضلة على التخلص ومعادلة الهدروچين + H (المنظمات الحيوية) مما يؤدى إلى انخفاض أقل pH عند أداء نفس العمل. ويقل التأثير التثبيطى للهدروچين فى العضلة، وهذا يعتبر أحد عوامل الأداء العالى الشدة، ويعتبر الهدف الرئيسى للتدريب اللاهوائى فى كرة القدم هو زيادة فعالية اللاعبين لأداء جهد عالى الشدة أثناء المباراة، ويمكن تلخيص الأهداف الخاصة للتدريب اللاهوائى فى كرة القدم بما يلى:

١- تحسين المقدرة على التحرك السريع وسرعة إنتاج القدرة، وهذا يساعد اللاعب على تقليل الزمن الذى يحتاجه لرد الفعل ويحسن أداء العدو خلال المباراة.

٢- زيادة السعة لإنتاج القدرة بصفة مستمرة على حساب الطرق اللاهوائية، ونتيجة لذلك تزيد مقدرة اللاعب على أداء جهد عال الشدة لفترات طويلة أثناء المباراة.

٣- زيادة المقدرة على الاستشفاء بعد فترة أداء الجهد عال الشدة، وكنتيجة لذلك يحتاج اللاعب إلى وقت أقل قبل أن يستطيع البدء فى أداء جهد أقصى متكرر خلال المباراة.

مكونات التدريب اللاهوائى Components Of A.T.

يمكن تقسيم التدريب اللاهوائى إلى:

* تدريب السرعة Speed Training

* تدريب تحمل السرعة Speed Endurance Training.

يهدف تدريب السرعة إلى تحسين مقدرة اللاعب فى التحرك السريع فى الحالات التى تكون فيها السرعة هى الأساس.

فيما يمكن تقسيم تدريب تحمل السرعة إلى مستويين هما:

١- تدريب إنتاج Production Training.

٢- تدريب المحافظة Maintenance Training.

يهدف تدريب الإنتاج إلى تحسين المقدرة على الأداء الأقصى لفترة قصيرة نسبيا من الزمن، بينما الهدف من تدريب المحافظة هو زيادة المقدرة على الاستمرار فى أداء الجهد على درجة عالية من الشدة كما يوضح الجدول التالى، ويجب تنفيذ التدريب الهوائى تبعا لمبدأ المراحل.

أثناء تدريب السرعة يجب على اللاعب أن يؤدى الجهد الأقصى فى أقل فترة زمنية (أقل من ١٠ ثوان) ويجب أن تكون الفترة بين تكرار الجهد طويلة بدرجة تكفى لاستشفاء العضلة إلى ما يقرب من حالتها أثناء الراحة، وذلك لكى يؤدى بأقصى درجة ممكنة فى التمرين التالى.

والسرعة فى كرة القدم لا تعتمد أساسا على العوامل البدنية وحدها ولكن يدخل فى ذلك أيضا سرعة اتخاذ القرار والذى يجب أن يتحول بسرعة إلى حركات؛ لذلك يجب أن تؤدى تدريبات السرعة بصفة أساسية باستخدام الكرة، ويمكن أن تصمم تدريبات السرعة بحيث تسمح بتنمية مقدرات اللاعب على الإحساس والتوقع للمواقف المختلفة خلال اللعب مع المقدرة على اتخاذ القرار السريع بناء على استجابات الخصم.

وتؤدى تمرينات تحمل السرعة Speed Endurance إلى استثارة عالية لمسارات لكل من كرياتين كينز والجليكوجينك؛ لذلك يجب أن تكون شدة التدريبات عالية تصل إلى الحد الأقصى لكى تتمكن من تحقيق التكيفات الأساسية بالنسبة للإنزيمات المصاحبة مع التمثيل الغذائى اللاهوائى.

فى التدريب الإنتاجى Production Training يجب أن تكون فترة دوام التمرين قصيرة نسبيا (٢٠ - ٤٠ ثانية) وأن تكون فترات الراحة بين تكرارات التمرين طويلة (٢- ٤ دقيقة) حتى يمكن التكرار بالشدة العالية خلال تدريب المراحل أثناء الجرعة التدريبية.

فى التدريب للمحافظة Maintenance Training تكون فترة الأداء ٣٠ - ٩٠ ثانية، وتكون فترة الراحة مساوية تقريبا لفترة الأداء حتى تؤدى باللاعب تدريجيا إلى التعب. وعادة ما تحدث التكيفات الناتجة عن تدريب تحمل السرعة فى نفس العضلات المستخدمة وبناء على ذلك يجب أن تستخدم فى تلك التدريبات تلك الحركات التى يستخدمها اللاعب خلال مباريات عالية الشدة أو تمرينات بالكرة.

وتعتبر تمرينات تحمل السرعة ذات شدة عالية سواء من الناحية البدنية أو النفسية؛ لذلك ينصح بأن يستخدم هذا النوع من التدريب مع لاعبى المستويات العليا.

تطبيقات تدريبات لياقة الطاقة فى السباحة

قدم ماجليشيو تطبيقا واضحا لطرق التدريب باستخدام نظم الطاقة من خلال ٦ مستويات يمكن استعراضها فى الجداول التالية:

جدول (٤٨)

مبادئ التدريب اللاهوائى

نوع التدريب		الزمن: ثانية	الزمن: راحة	الشدة	عدد التكرارات
تدريب السرعة		٢ – ١٠	أكثر من ٥ مرات زمن الأداء	القصوى	٢٠ – ٧٠
تحمل السرعة		٢٠ – ٤٠	أكثر من ٥ مرات زمن الأداء	تقريبا القصوى	٥٥ – ٨٥
		٣٠ – ٩٠	أكثر من ٥ مرات زمن الأداء	تقريبا القصوى	٧٠ – ١٠٠



التدريب الهوائى
Aerobic Training

تدريب الاستشفاء
Recovery Training

تدريب منخفض الشدة
Low - intensity Training

تدريب عال الشدة
High - intensity Training

التدريب اللاهوائى
Anaerobic Training

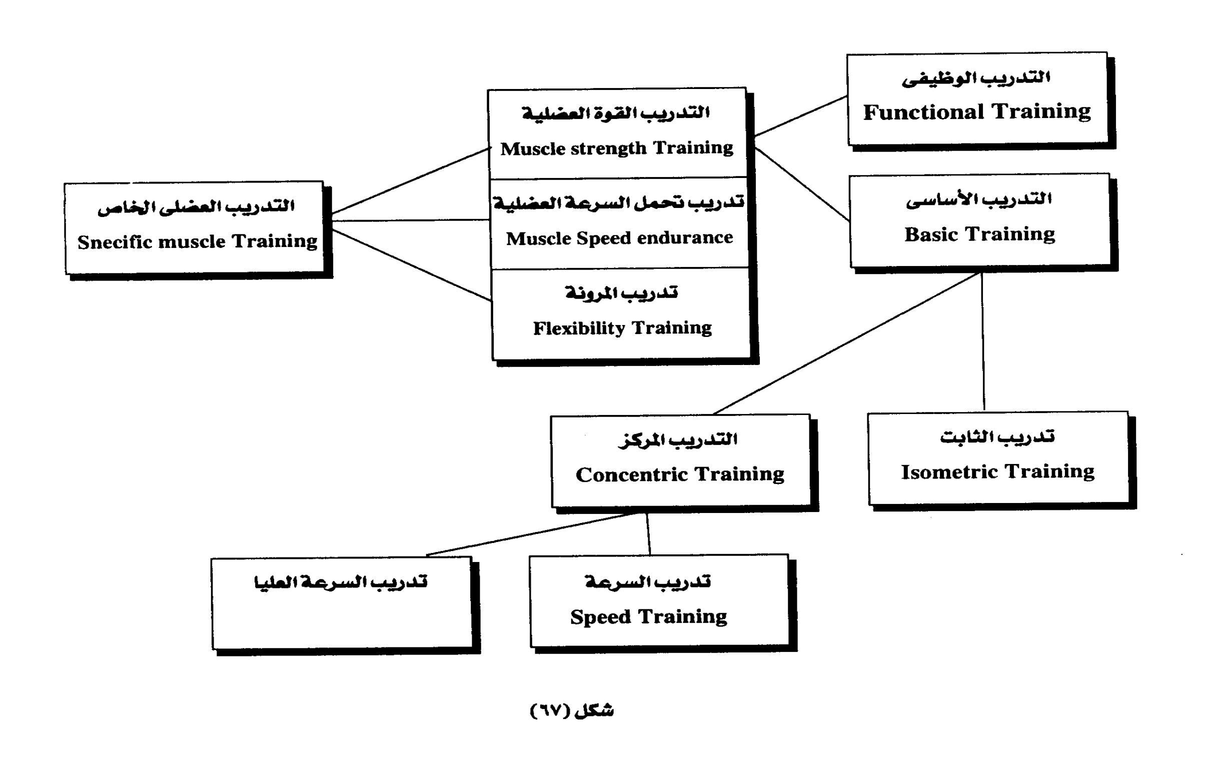
تدريب تحمل السرعة
Speed endurance Training

التدريب الإنتاجى
Production Training

التدريب للمحافظة
Maintenance Training

تدريب السرعة
Speed Training

شكل (٦٦)



شكل (٦٧)

السـباحـة :

مـعـدل عن ما جـليشـيـو ١٩٩٩ عن مـايكل بيربيرون ٢٠٠١.

١ – الإعداد + استعادة الاستشفاء R1

٢- المحافظة ENs

٣- العتبة الفارقة EN1

٤- زيادة التحمل الهوائى (Vo2 max) EN3

٥- تحمل اللاكتيك SP1

٦-أقصى إنتاج للاكتيك SP2

٧- السرعة القصوى SP3

٨- ممارسة السباقات (Race Practice) RP

جدول (٤٩)

مواصفات أحمال التدريب لتنمية نظم الطاقة فى السباحة

التصنيف	الطاقة	نسبة العمل: الراحة	فترة دوام المجموعة	المجهود	النسبة المئوية من الحد الاقصى لاستهلاك الاكسجين	النسبة المئوية من أقصى شدة	النسبة المئوية من أقصى سرعة	ملاحظات
القدرة اللاهوائية اللاكتيكية ATP - PC	١ - ٣ق	١ :١٢	> ٣ق	أقصى ما يمكن	١٥٠٪	١٠٠٪	١٠٠٪	سريع مع راحة إيجابية
إنتاج اللاكتيك	١ : ٥٠ - ٣ق ٢:١٠٠ - ٥ق	١: ٤/١: ٥	٣-٥ق	١٨/ ٢٠ شديدا جدا	١٤٠٪	١٠٠٪	٩٨٪	راحة إيجابية
ممارسة السباق (فردى)	٥ - ٢٠ث بين المقطوعات ٥ - ٢ - ٥ رقائق بين المجموعات	متغير	متغير	١٨/ ٢٠ شديدا جدا	١٠٠م. ١٤٠٪ ٤٠٠م. ١٠٥٪	متغير	متغير	راحة إيجابية تصحيح إيقاع السباق
تحمل اللاكتات	٥٠م: ٣٠ - ٦٠ق ١٠٠م: ١ - ٣ق ٢٠٠م : ٣ - ٥ق	١: ٢/١: ٣	٤-٨ق	١٩/ ٢٠ شديد شديد جدا	١١٠ - ١٢٠٪	١٠٠٪	٩٥٪	ضغوط عالية جداًراحة سلبية
الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين	٣٠ - ٦٠ ث	٢: ١/١: ٣	حوالى ٢٠ ق	١٩/ ٢٠ شديد شديد جداً	١٠٠٪	١٠٠٪	٩٠٪	ضغوط عالية على القلب والرئتين راحة إيجابية
العتبة الفارقة اللاهوائية	١٠ - ٣٠ ث	١٠٠م: ٢: ١/١: ٣ ٤٠٠م: ٧: ١/١٠: ١	حوالى ٣٠ق	١٦/ ١٧ جداً	٨٠ - ٩٥٪	٨٠ - ٩٠٪	٨٠ - ٨٥٪	أقصى مجهود
تحمل عام	٥ - ٣٠ث	أكثر من ٦ : ١	أكثر من ٣٠ق	١٤/ ١٥ معتدل	٧٠ - ٩٥٪	٧٠ - ٨٥٪	٧٠ - ٨٠٪	
هوائى للإحماء ولاستعادة الاستشفاء	٥ - ١٥ ث	أكثر من ٨ : ١	٢٠-١٢٠ق	١٤ > معتدل	٦٠ - ٧٥٪	أقل من ٧٠٪	أقل من ٧٠٪	للإعداد + استعادة الاستشفاء

جدول (٥٠)

المواصفات الفسيولوجية لأحمال التدريب المختلفة لتنمية لياقة الطاقة فى السباحة

التصنيف	الطاقة	سرعة الانطلاق	فترة الدوام	العامل المحدد	معدل القلب	اللاكتيك مليمول	استعادة الاستشفاء لكل نظام	مثال للمجموعات التدريبية
أقصى قدرة اللاهوائية اللاكتيكية ATP - PC	فوسفو كرياتنين PC	سريع جداً	١٠ - ١٥ ث	زيادة الفوسفوكرياتين	١٦٠ - ١٨٠ ضربة/ق	٣ - ٥	٣٠ث - ٥٠٪ ٦٠ث - ٧٥٪ ٩٠ث - ٨٨٪ ١٢٠ث - ٩٤٪	١٠ × ٢٥ حرة بالبدء ٣ق
إنتاج اللاكتيك	الجليكوچين	سريع	٤٠ - ٩٠ ث	بناء اللاكتيك	١٨٠ - ٢٠٠ ضربة/ق	٨ - الحد الأقصى تبعًا لفترة دوام التكرار	٣ق - ١٠٠ ١-٢ ساعة	٨ × ٥٠ تخصص أول ٣ق
ممارسة السباق (فردى)	جليكوچين	سريع	متغير	بناء اللاكتيك	١٩٠ - ٢٠٠ ضربة/ق	١٢ - الحد الأقصى تبعًا لفترة دوام السباق	١ - ٢ ساعة	٣ × ١٠٠ تخصص أول (٤ ×٢٥) ٥ ث راحة - على ٤ق
تحمل اللاكتات	جليكوچين	سريع	١ - ٣ق	بناء اللاكتيك	١٩٠ - ٢٠٠ ضربة/ق	١٠ - ١٤	١ - ٢ ساعة	٥ × ١٠٠ على ٣ق
الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين	جليكوچين	متوسط	متوسط - ١٥ق	بناء اللاكتيك استنفاد الجليكوچين زيادة اللياقة	١٨٠ - ٢٠٠ ضربة/ق	٧ - ١٠	متغير	٨ × ٢٠٠ + ٦٠ ث راحة
العتبة الفارقة اللاهوائية	جليكوچين أكسچين	بطىء	طويل - ٣٠ق	زيادة اللياقة استنفاد الجليكوچين	١٥٠ - ١٨٠ ضربة/ق	٣ - ٥	متغير	٢٤ × ١٠٠ ٣٠ ث راحة
تحمل عام	جليكوچين أكسچين	بطىء	طويل - ٢ - ٣ ساعات	استنفاد الجليكوچين زيادة اللياقة	١٣٠ - ١٥٠ ضربة/ق	٢ - ٣	متغير	٨ × ٤٠٠ + ٣٠ ث راحة
تحمل هوائى للإحماء + استعادة الاستشفاء	دون أكسچين	بطىء جداً	طويل + أيام	من الدهون	١٢٠ ضربة/ق	١,٥	متغير	١٥٠٠ متر مع تغير نوع السباق سباحة رجلين وذراعين

الملخص

التغيرات البيوكيميائية للعضلة الهيكلية تحت تأثير التدريب الهوائى

- زيادة محتوى الميوجلوبين.
- زيادة أكسدة الجليكوجين.
- زيادة عدد وحجم المايتوكوندريا.
- زيادة نشاط دورة كلبس وإنزيمات ETS.
- زيادة مخزون العضلة من الجليكوجين.

زيادة أكسدة الدهون

- زيادة مخزون العضلية من ثلاثى الجلسرين.
- زيادة توافر الدهون كوقود.
- زيادة نشاط الإنزيمات المشاركة فى تنشيط الأحماض الدهنية والنقل والأكسدة.

التغيرات البيوكيميائية للعضلة الهيكلية تحت تأثير التدريب اللاهوائى

زيادة سعة النظام الفوسفاتى ATP - PC System

- زيادة مخزون العضلة من ATP - PC.
- زيادة نشاط إنزيمات ATP.

زيادة سعة الجلكزة

- زيادة نشاط إنزيمات الجلكزة.

تأثر تدريب لياقة الطاقة على نوعية الألياف العضلية

- زيادة الكفاءة الهوائية فى الألياف العضلية السريعة والبطيئة.
- زيادة سعة الجلكزة اللاهوائية فى الألياف السريعة.

زيادة تضخم العضلة

- تضخم الألياف السريعة تحت تأثير تدريب السرعة
- تضخم الالياف البطيئة تحت تأثير تدريب التحمل.

تدريب نظم الطاقة اللاهوائية

هناك ثلاثة مستويات أساسية لتدريب نظم الطاقة اللاهوائية يمكن تقسيمها كما يلى:

١- تدريب القدرة Power Training.

٢- تدريب إنتاج اللاكتات Lactate Production training.

٣- تدريب تحمل اللاكتات Lactate Tolerance Training.

مستويات تدريبات تنمية التحمل الهوائى

أمكن تقسيم مستويات هذه التدريبات إلى ثلاثة مستويات متدرجة الشدة أطلقت عليها عدة مسميات غير أننا يمكن أن نتبع التقسيم التالى:

١- تدريب التحمل الأساسى Basic Endurance Training.

٢- تدريب تحمل العتبة الفارقة Threshold Endurance Training.

٣- تدريب التحمل مرتفع الحمل Overload Endurance Training.

طرق التدريب

تستخدم لتنمية الإمكانات الهوائية طريقة التدريب الفترى وطريقة التدريب المستمر، كما يمكن أن تنفذ كلتا الطريقتين باستخدام الحمل الثابت بدون تغيير فى سرعة الأداء أو باستخدام الحمل المتغير، أى التغيير فى سرعة الأداء.

أسئلة للمراجعة

١ - كيف يمكن تحديد شدة الحمل البدنى فى تدريبات لياقة الطاقة ؟

٢- ما هى الاتجاهات الأساسية للتأثيرات الفسيولوچية للتدريب اللاهوائى ؟

٣- ما هى الاتجاهات الأساسية للتأثيرات الفسيولوچية للتدريب الهوائى ؟

٤- ما هو تأثير زيادة تدريبات التحمل الهوائى على طبيعة عمل الألياف العضلية ؟

٥- ما هى التقسيمات الأساسية لتدريبات تنمية الطاقة اللاهوائية ؟

٦- ما هى التقسيمات الأساسية لتدريبات تنمية الطاقة الهوائية ؟

٧- ما الفارق بين تدريبات تنمية إنتاج اللاكتات وتدريبات تنمية تحمل اللاكتات ؟

٨- ما هى أهمية تنمية تحمل الهوائى الموضعى ؟

٩- ما هو التأثير السلبى لتدريبات التحمل على السرعة ؟

١٠- ما هو الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين ؟ وما هى أهميته بالنسبة للرياضيين؟

١١- ما هى طرق التدريب الأساسية لتنمية لياقة الطاقة ؟

١٢- ما هى مستويات التدريب الفترى لتنمية لياقة الطاقة ؟

١٣- ضع مثالا تطبيقيا لتنمية لياقة الطاقة فى نشاطك الرياضى التخصصى باستخدام كل من:

أ- التدريب الفترى.

ب- التدريب المستمر.

١٤- ما هى المراحل الفسيولوچية لتنمية التحمل الهوائى باستخدام مؤشرات معدل القلب ؟

١٥- ما هى مكونات اللياقة البدنية للاعبى كرة القدم ؟

تدريب التحمل الأساسى

Basic Endurance Training

هو أقل درجة لتدريبات التحمل الهوائى، ويعبر عنه أحيانا بالعتبة الفارقة الهوائية، أى عندما يصل تركيز حامض اللاكتيك فى الدم إلى ٢ ميل مول، وهو عادة يستخدم بكثرة فى بداية الموسم التدريبى.

لياقة الطاقة **Energy Fitness**

هى سعة العمل العضلى باستخدام نظم الطاقة اللاهوائية والهوائية إلى أقصى درجة لها.

تدريب إنتاج اللاكتات

Lactate Production training

هو تدريب نظام الطاقة اللاهوائى «نظام حامض اللاكتيك» لكى يعمل بأقصى درجة له لتكسير أكبر قدر ممكن من الجليكوجين لإنتاج أعلى مستوى ممكن للأداء تحت هذه الظروف وهو ما يسمى الجلكزة اللاهوائية وطبيعة الحال يزداد إنتاج اللاكتيك فى العضلة.

تدريب تحمل اللاكتات

Lactate Tolerance Training

هو تدريب نظام الطاقة اللاهوائى «نظام حامض اللاكتيك» لكى يعمل بأقصى درجة له لزيادة حامض اللاكتيك، وفى نفس الوقت تنمية المقدرات الفسيولوچية الخاصة بسرعة التخلص من حامض اللاكتيك، وكلما تحسنت هذه النظم أدى ذلك إلى زيادة مقدرة الرياضى على أداء العمل العضلى لأطول فترة ممكنة باستخدام نظام حامض اللاكتيك قبل ظهور التعب الناتج عن تجمع اللاكتيك فى العضلة.

الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين

Maximum Oxygen Consumption

وهو أقصى قدرة لاستهلاك الأكسچين فى الدقيقة الواحدة. ويقاس باللتر كما يقسم الناتج على وزن الجسم لاستخراج الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين النسبى، أى أقصى كمية من الأكسچين اللازمة لكل كيلوجرام من وزن الجسم.

تدريب التحمل مرتفع الحمل

Overload Endurance Training

ويعتبر أعلى درجة فى تدريبات التحمل الهوائى، حيث يؤدى الرياضى أعلى مستوى ممكن من الأداء البدنى معتمدا على إنتاج الطاقة الهوائية فى أعلى معدلاتها اعتمادا على الأكسچين؛ ولذلك فإنه يعتبر تنمية للحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين.

تدريب القدرة Power Training

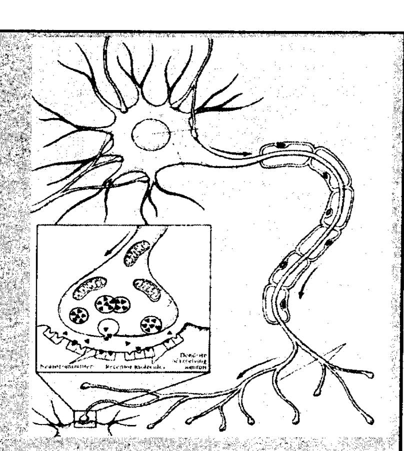
هو تدريب نظام الطاقة الفوسفاتى لتنمية المقدرة على أداء أقصى عمل عضلى ممكن فى أقل وقت ممكن، ويعبر عنه بالقدرة أو القوة المميزة بالسرعة.

تدريب تحمل العتبة الفارقة

Threshold Endurance Training

وهو تدريب يتميز باعتدالية الشدة لأداء أنشطة لفترة طويلة تحت مستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين، ويعنى أن يتم الأداء مع المحافظة على عدم زيادة نسبة تركيز حامض اللاكتيك فى الدم عن ٤ ملى مول، وهذا يعنى زيادة كفاءة نظم التخلص من حامض اللاكتيك فى الدم وفى نفس الوقت نظم استهلاك الأكسجين بالعضلة.

الباب الخامس



أجهزة نقل الأكسچين

* الفصل التاسع :

الـــدم

* الفصل العاشر :

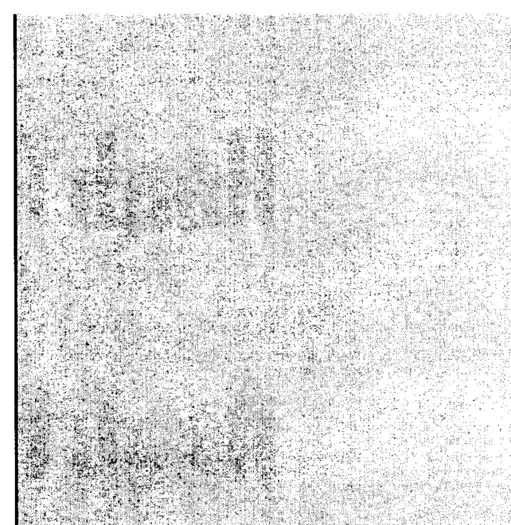
الجهاز التنفسى

* الفصل الحادى عشر :

الجهاز القلبى الوعائى



الفصل التاسع



الدم

- العناصر الخلوية The Celluar Elements .
- البلازما Plasma .
- تأثير التدريب الرياضى على الدم.
- تأثير النشاط البدنى على مستوى سكر الدم.
- تأثير النشاط البدنى على التوازن الحمضى القلوى.
- التخلص من زيادة حامض اللاكتيك.

يهدف هذا الفصل إلى:

- أن يتعرف القارئ على مكونات الدم ووظيفة كل منها أثناء الراحة وأثناء التدريب.
- أن يتعرف القارئ على دور خلايا الدم الحمراء فى أنشطة التحمل.
- أن يتعرف القارئ على دور الهيموجلوبين فى نقل الأكسچين.
- أن يتعرف القارئ على دور البلازما وتأثير النشاط الرياضى عليها.
- أن يتعرف القارئ على خصائص الدم، مثل تركيز الدم وكثافته ولزوجته والضغط الأسموزى وتأثير النشاط البدنى على كل منها.
- أن يتعرف القارئ على دور الخلايا البيضاء فى وقاية الجسم من الأمراض.
- أن يتعرف القارئ على التغيرات الفسيولوچية التى تحدث فى الدم كاستجابة لأداء النشاط البدنى، وكذلك كتكيفات فسيولوچية نتيجة الانتظام فى التدريب.
- أن يتعرف القارئ على الدور الحيوى الذى يلعبه سكر الدم أثناء النشاط البدنى.
- أن يتعرف القارئ على دور حامض اللاكتيك وكيفية مواجهته بواسطة الجسم أثناء النشاط الرياضى.

هو السائل الوسيط الذى يدور خلال الجهاز الدورى، ويحتوى على الخلايا التى تقوم بوظائف نقل الأكسچين وثانى أكسيد الكربون المسئولة عن المناعة وتجلط الدم ويقوم بنقل المواد الغذائية والأملاح المعدنية الضرورية لوظيفة الخلية المثلى.

ولوظائف الدم أهميتها سواء خلال الراحة مثل الوظيفة المناعية أو خلال التدريب مثل تنظيم درجة حرارة الجسم وتبادل الماء، ويشكل حجم الدم حوالى ٧٪ من وزن الفرد إذا كان يبلغ ٧٠ كيلوجراما، ويعنى هذا (٧٠ كجم × ٠,٠٧ = ٤,٩ لتر دم) ومن هذه الكمية تشكل خلايا الدم حوالى ٢ لتر، بينما تشكل البلازما ٣ لترات للسائل داخل الخلايا، ويساعد هذا الضغط فى جذب الماء من السائل داخل الخلايا إلى الشعيرات الدموية، وتقوم بروتينات الدم بوظائف كثيرة تشمل تجلط الدم والدفاع ضد الأجسام الغريبة، هذا بالإضافة إلى أنها تعمل كحوامل للهرمونات البنائية والكوليستيرول وبعض الأيونات مثل الحديد والعقاقير كما يعمل بعضها.

العناصر الخلوية The Cellular Elements

تتكون العناصر الخلوية من خلايا الدم الحمراء Red Blood Cells، وتسمى أيضا Erothrocytes وخلايا الدم البيضاء White Blood Cells وتسمى أيضا Leukocytes والصفائح الدموية Platelets، وتعتبر الخلايا البيضاء هى المسئولة عن الدفاع عن الجسم، وتفقد الخلايا الحمراء النواة بمجرد دخولها إلى الدم، وهى تلعب دورا هاما فى نقل الأكسچين وثانى أكسيد الكربون بين الرئتين والأنسجة، وتقوم الصفائح الدموية بالمساعدة فى عملية تجلط الدم لحماية الجسم من النزيف فى حالة الجروح.

كرات الدم الحمراء Red Blood Cells

هى عبارة عن خلايا بدون نواة لها شكل كروى قرصى، ويبلغ قطرها ٧-٨ ميكرون وهى تتكون فى نخاع العظام وتتحلل فى الكبد والطحال، ويحتوى الملليمتر المكعب من الدم على ٥ ملايين كرة حمراء للرجال و٤,٥ مليون كرة حمراء للسيدات.

وتقوم الكرات الحمراء بوظيفة نقل الغازات، ويرجع ذلك إلى طبيعة تركيبها، حيث يشكل الهيموجلوبين حوالى ٩٠٪ من المواد المكونة للكرة الحمراء، ويتميز الهيموجلوبين بقدرته على الاتحاد من الأكسچين فى شكل أوكسهيموجلوبين، وتبلغ نسبة وزن الهيموجلوبين إلى الدم لدى البالغين ١٤-١٥٪، أى حوالى ٧٠٠-٧٥٠ جراما ويبلغ متوسط تركيز الهيموجلوبين بالنسبة المئوية حيث تعتبر كمية ١٧ جراما كنسبة ١٠٠٪ تنسب إليها نسبة التركيز، وبذا فهى تتراوح ما بين ٧٠-١٠٠٪، وتتراوح نسبة تركيز الهيموجلوبين فى الرجال ما بين ١٢-١٨ جراما٪ وللسيدات ١١-١٦جراما٪ وتزيد عن ذلك فى المواليد الجدد حيث تبلغ ١٦-١٩ جراما٪.

كرات الدم البيضاء White Blood Cells

تعتبر كرات الدم البيضاء من الناحية المورفولوجية والفسيولوچية خلية عادية من خلايا الجسم، حيث تحتوى على النواة والبرتوبلازم، وتتكون الكرات البيضاء فى الغدد الليمفاوية والطحال ونخاع العظام ويتراوح عددها من ٥-٦ آلاف كرة فى الملليمتر المكعب.

تنقسم الكرات البيضاء إلى نوعين أحدهما يحتوى على حبيبات فى البروتوبلازم Granules والنوع الآخر لا يحتوى على حبيبات Nongranules.

ويحتوى الدم على خمسة أنماط ناضجة من الخلايا البيضاء، منها ثلاثة أنواع محببة تختلف تبعا لنوعية تفاعلها وتحتوى على صبغة إما حمضية أو قلوية التفاعل وهى ما يلى :

١- الأيزينوفيل (Eosinophil) ويحتوى البرتوبلازم فيها على حبيبات كبيرة متساوية الحجم وتفاعلها حمضى وصبغتها إما وردية أو حمراء، وتشكل نسبة ٢-٤ من عدد الكرات البيضاء، وتقوم بامتصاص مولدات المضادات وهى تقل بدرجة ملحوظة عند تعرض الإنسان لضغط عصبى أو بدنى.

٢- البازوفيل (Basophil) تحتوى على حبيبات مختلفة الأحجام وصبغتها زرقاء، أى أنها قلوية التفاعل وتشكل نسبة ٠,٥ - ١٪ من عدد الكرات البيضاء وتشترك فى بناء الهيبارين الذى يمنع تجلط الدم والهيستامين وله تأثيره على الأوعية الدموية.

٣- النتروفيل (Neutrophil) وتحتوى على حبيبات دقيقة ذات صبغة بنفسجية فاتحة ولذا فإنها تحتوى على نوعى التفاعل الحمضى والقلوى، وتشكل أكبر نسبة مئوية من عدد الكرات البيضاء كلها، حيث تبلغ نسبتها ٦٠-٧٠٪. وهى تعتبر خط الدفاع الأول للجسم ضد أى جسم غريب، حيث تقوم بالتهامه وهضمه، وهى تتميز بقدرتها على الانتشار بين الأنسجة والخروج من الأوعية الدموية.

أما الأنواع غير المحببة من الكرات البيضاء فهى نوعان هما :

١- الليمفوسايت Lymphocytes وهى خلايا صغيرة الحجم وبها نواة وتحاط بطبقة رقيقة من السيتوبلازم، وهى نوعان : أحدهما يطلق عليه مجموعة T والآخر مجموعة B، وتمثل نسبة ٢٥-٣٠٪ من الخلايا البيضاء فى الدم، وتقوم بدور هام فى مناعة الجسم ضد الأمراض، وتقوم بإنتاج الأجسام المضادة.

٢- المونوسايت Monocytes وهى خلايا كبيرة نسبيا، وتمثل نسبة ٤-٨٪ من عدد الكرات البيضاء، وتساعد النتروفيل فى التهام مخلفات تحلل الخلايا والأنسجة، كما تقوم ببناء سموم مضادة للبؤر الالتهابية.

وتقوم الخلايا البيضاء فى الجسم بالوظيفة الدفاعية للدم ضد العدوى وذلك بقتلها الأجسام الغريبة، أم عن طريق إفراز مواد أو التهامها أو إفراز الأجسام المضادة.

وتتميز بعض الأمراض ببعض التغيرات فى العدد الكلى للخلايا البيضاء واختلاف نسب

أنواعها وفى معظم الأمراض يزيد عدد الخلايا البيضاء، وتسمى هذه الظاهرة Leucocytosis ليكوسيتوسيس، وفى بعض الأمراض الأخرى يقل عدد الكرات البيضاء، وتسمى هذه الظاهرة ليكوبينيا Leucopenia، وفى بعض الحالات تحدث زيادة وقتية فى عدد الكرات البيضاء بعد تناول الطعام أو أثناء النشاط البدنى.

الصفائح الدموية Platelets

وهى عبارة عن أجسام صغيرة يتراوح قطرها ٢-٥ ميكرون، وليس لها نواة، وتتكون فى نخاع العظام الأحمر وفى الطحال، ويتراوح عددها ما بين ٢٠٠ إلى ٦٠٠ ألف فى المليمتر المكعب، وتقوم بدور هام فى عمليات تجلط الدم عند الإصابة بالجروح والنزف فتساعد على التئام الجروح.

البلازما Plasma

البلازما هى الجزء السائل فى الدم والذى يحتوى على العناصر الخلوية، وتعتبر الماء هى المكون الرئيسى لبلازما حيث تشكل ٩٢٪ من وزن الدم وتشكل بروتينات الدم نسبة ٧٪، أما الجزء الباقى وهو ١٪ فهو يحتوى على جزئيات عضوية مثل الأحماض الأمينية والجلوكوز والدهون والمخلفات النتروجينية والأيونات مثل الصوديوم والبوتاسيوم والكلورين والهيدروجين والكربون والكالسيوم والأملاح المعدنية الدقيقة والفيتامينات والغازات الذاتية الأكسجين وثانى أكسيد الكربون، ويقوم الكبد بصنع بروتينات البلازما ويفرزها فى الدم، ويعتبر الألبومين Albumin هو البروتين السائد فى البلازما من بين أنواع البروتينات بالإضافة أيضا إلى الجلوبين Globulins وبروتين التجلط فيبروتوجين Fibrinogen، وبعض النيتروجينات والتى تعرف بالأجسام المضادة Immunoglobulins والتى يتم بناؤها وإفرازها بواسطة نوع من خلايا الدم البيضاء، وتساعد بروتينات البلازما على جعل الضغط الأسموزى للبلازما أعلى من الضغط الأسموزى للخلايا، والبكتيريا والفيروسات، وعادة ما يكون عمل هذه الخلايا البيضاء فى الأنسجة أكثر منه فى الدم.

تأثير التدريب الرياضى على الدم

يؤدى التدريب الرياضى إلى حدوث تغيرات فى الدم كما يحدث بالنسبة لأى جهاز من أجهزة الجسم الأخرى، وهذه التغيرات نوعان، منها ما هو مؤقت، أى تغيرات تحدث بصفة مؤقتة كاستجابة لأداء النشاط البدنى ثم يعود الدم إلى حالته فى وقت الراحة، ومنها ما يتميز بالاستمرارية نسبيا، وهى تغيرات تحدث فى الدم نتيجة للانتظام فى ممارسة التدريب الرياضى لفترة معينة مما يؤدى إلى تكيف الدم لأداء التدريب البدنى، وتشمل هذه التغيرات زيادة حجم الدم وحجم الهيموجلوبين والكرات الحمراء.

ويوضح الجدول التالى بعض مكونات الدم أثناء الراحة، وكذلك بعد أداء الحمل البدنى الأقصى، ويلاحظ الفرق بين الإناث والذكور والأشخاص المدربين وغير المدربين.

جدول (٥١)

بعض تغيرات الدم الناتجة عن الحمل البدني والتدريب

عن : لامب Lamb D.R 1978

خصائص الدم	الحالة	غير المدربين		المدربين	
		ذكور	إناث	ذكور	إناث
حجم الدم (لتر)	الراحة	٥,٧	٤,٣	٦,٤	٤,٨
	الحمل الأقصى	٥,٥	٤,٢	٦,١	٤,٧
حجم الهيموجلوبين (جرام/ كجم)	الراحة	١٠,٥	٩,٤	١١	١٠
	الحمل الأقصى	بدون تغيير		بدون تغيير	
الكرات الحمراء (مليون/ مم٣)	الراحة	٥,٤	٤,٦	بدون تغيير	
	الحمل الأقصى	٥,٧	٤,٨	بدون تغيير	
الكرات البيضاء (ألف/ مم٣)	الراحة	٧,٠٠	٧,٠٠	بدون تغيير	
	الحمل الأقصى	١٥	١٥	بدون تغيير	
المجموع الكلى للكرات الحمراء (تريليون)	الراحة	٣٠,٨	١٩,٨	٣٤,٦	٢٢,١
	الحمل الأقصى	بدون تغيير		بدون تغيير	
تركيز الهيموجلوبين (جرام ٪)	الراحة	١٦	١٤	بدون تغيير	
	الحمل الأقصى	١٧,٦	١٥,٤	بدون تغيير	
الراسب الدموى (٪)	الراحة	٤٧	٤٢	بدون تغيير	
	الحمل الأقصى	٥٠	٤٥	بدون تغيير	
اللاكتيك فى الشرايين والأوردة (ملجم ٪)	الراحة	١٢	١٢	بدون تغيير	
	الحمل الأقل من الأقصى	٥٠	٥٠	١٨	١٨
	الحمل الأقصى	١٢٠	١٢٠	١٤٠	١٤٠

تكيف الدم نتيجة التدريب الرياضي المنتظم

فى ضوء الدراسات التى أجراها كل من أستراند وروداهل Astrand and Rodahl اتضح أن حجم الدم والكرات الحمراء تزيد لدى الأشخاص المدربين بالمقارنة بالأشخاص غير المدربين، وقد دلت العديد من الدراسات على أن نقص الهيموجلوبين فى الدم عن مستواه الطبيعى (١٢-١٨ جراما٪ للرجال، ١١-١٦ جراما ٪ للسيدات) يؤدى إلى نقص استهلاك الأكسجين، إلا أن زيادة الهيموجلوبين عن المستوى الطبيعى مازالت موضع خلاف من حيث تأثيرها على زيادة استهلاك الأكسجين.

وقد دلت الدراسات التى أجريت عند مستوى سطح البحر أن مستوى الهيموجلوبين العادى يكفى لإمداد العضلات بما تحتاج إليه من أكسجين أثناء النشاط البدنى ،ويرجع فى ذلك إلى أن زيادة الهيموجلوبين لا تؤدى إلى زيادة الإمداد بالأكسجين؛ نظرا لأن العضلات هى المسئولة الأساسية عن مقدار الأكسجين المستهلك ويرتبط ذلك بقدرة العضلات على استخلاص الأكسجين الوارد إليها مع الدم؛ وبذا فإن زيادة قدرة العضلات على استخلاص كمية أكبر من الأكسجين أكثر فاعلية من زيادة حجم الهيموجلوبين الذى يحمل إليها الأكسجين، حيث يمكن للعضلات أن تعوض نقص الهيموجلوبين بزيادة استخلاص الأكسجين. وقد دلت الدراسات على أن زيادة الهيموجلوبين والكرات الحمراء عن المستوى العادى عند التدريب فى المرتفعات تكون لتعويض نقص الضغط الجزئى للأكسجين فى الهواء الجوى، وهذه الزيادة لها تأثيرها على مستوى الأداء، إلا أن تأثير ذلك عند التدريب فى مستوى سطح البحر على مستوى الأداء مازال موضع البحث.

وقد دلت نتائج دراسة إكبلوم ١٩٨٦ Ekblom على انخفاض نسبة تركيز الهيموجلوبين لدى لاعبى الجرى مسافات طويلة، حيث بلغت ١٤,٣ جراما، بينما بلغت لغير الرياضيين ١٥ جراما ٪ إلا أننا يجب أن نفرق دائما بين مقدار الهيموجلوبين الكلى فى الدم وبين نسبة تركيز الهيموجلوبين فى ١٠٠ ملليلتر من الدم، حيث إن زيادة أو نقص مقدار الهيموجلوبين الكلى هى العامل الهام، وقد تحدث هذه الزيادة أو النقص دون أن تعطى الصورة الحقيقية من خلال نسبة تركيز الهيموجلوبين ؛لأن هذه النسبة ترتبط بعامل حجم الدم الكلى والذى يتم عن طريق زيادة حجم الكرات الحمراء والبلازما، فإذا ما تمت هذه الزيادة بصورة متوازنة فإن نسبة تركيز الهيموجلوبين تبقى كما هى لا تتغير فى الوقت الذى حدثت فيه زيادة فعلية فى حجم الهيموجلوبين الكلى بالدم، وقد لاحظ إكبلوم وآخرون ١٩٧٢ زيادة فى حجم البلازما بدرجة أزيد نسبيا من الكرات الحمراء تحت تأثير التدريب الرياضى، ونتيجة لذلك تنخفض نسبة تركيز الهيموجلوبين فى الدم نتيجة زيادة حجم البلازما بالنسبة للهيموجلوبين وليس نتيجة لنقص الهيموجلوبين، وبناء عليه فقد تظهر حالة تسمى الأنيميا الكاذبة False Anemia أو يطلق عليها أحيانا الأنيميا الرياضية Sports Anemia، إلا أنه يجب عدم التسرع فى تشخيص هذه الحالة قبل التأكد من حدوث الزيادة الوظيفية لبلازما الدم بالنسبة للكرات الحمراء.

وقد ركزت معظم الدراسات على تأثير التدريب الرياضى على كرات الدم الحمراء

والهيموجلوبين نظرا لأهميتها بالنسبة للتحمل، بينما لم يتم التركيز على تأثير التدريب الرياضى المنتظم على الكرات البيضاء، وقد يرجع ذلك لارتباط الكرات الحمراء والهيموجلوبين بعنصر التحمل نظرا لدورهما فى نقل الأكسجين إلى العضلات العاملة، إلا أن دور الكرات البيضاء لا يقل أهمية بالنسبة للرياضى نظرا لما تقوم به من دور هام فى مقاومة الأمراض والتى كثيرا ما يصاب بها اللاعب فى موسم المنافسة؛ وبذا يفقد لياقته وينخفض مستواه الرياضى، وقد اهتمت دراسات قليلة بتأثر التدريب الرياضى المنتظم على الكرات البيضاء وعلى المناعة، حيث قام ماتفينكو Matvinko ١٩٧٩ بدراسة تتبعية لمتغيرات مكونات الدم لدى أفراد المنتخب القومى السوفيتى فى الفترة من ١٩٦٢ إلى ١٩٧٤، ودلت نتائج الدراسات على زيادة الكرات الحمراء والهيموجلوبين خلال سنوات الإعداد الأولى، ثم عدم تغيرها بعد ذلك، بينما استمرت الزيادة بعد ذلك فى السنوات التالية بالنسبة لكرات الدم البيضاء لدى اللاعبين المتفوقين، بينما حدث عكس ذلك بالنسبة لغير المتفوقين، إلا أن الزيادة أو النقص كانت دائما فى حدود العدد الطبيعى، وقد لوحظت هذه الظاهرة فى دراسة فى البيئة المصرية قام بها أبو العلا وآخرون ١٩٨٤ على المنتخب القومى المصرى للمصارعة بهدف دراسة تأثير فترة الإعداد للمنافسة (٧ أسابيع) على تغيرات مكونات الدم، حيث لم يلاحظ تغيرات فى تركيز الهيموجلوبين أو الكرات الحمراء، بينما لوحظ زيادة فى عدد الكرات البيضاء لدى اللاعبين الذين فازوا بمراكز متقدمة فى دورة البحر الأبيض المتوسط ١٩٨٣، بينما لوحظ انخفاض فى كرات الدم البيضاء لدى اللاعبين الذين لم يحققوا نتائج فى نفس هذه الدورة.

وما زالت نتائج الدراسات متضاربة حول تأثير التدريب البدنى المنتظم على عدد الكرات البيضاء، فقد ذكر كربوفتش بناء على نتائج دراسة قام بها هاوكينس Hawkins ١٩٣٧ عن عدم تغير عدد الكرات البيضاء، إلا أنه حدثت زيادة فى عدد الكرات الصغيرة من نوع النتروفيل والليمفوسايت.

ولا تقتصر تكيفات الدم على تلك التغيرات المرتبطة فقط بخلايا الدم ولكن يشمل ذلك أيضا تغيرات ترتبط بخصائص الدم الأخرى، ويعتبر حامض اللاكتيك من أهمها لارتباطه بالتعب العضلى، حيث يتأثر مستوى حامض اللاكتيك فى الدم أثناء أداء النشاط البدنى بعاملين: أحدهما هو معدل إنتاج حامض اللاكتيك فى العضلات، والعامل الآخر هو معدل التخلص منه وأى زيادة أو نقص فى ذلك لها تأثيرها على نسبة تركيز حامض اللاكتيك فى الدم، وعندما تبلغ هذه النسبة درجة معينة من التركيز تحدث حالة «الحمضية» Asidosis وينخفض معدل إنتاج الطاقة اللاهوائية، وبالتالى تنخفض سرعة الأداء الحركى وقوته ويزداد الشعور بالألم؛ ولذا فإن التدريب الرياضى يؤدى إلى تقليل معدل إنتاج حامض اللاكتيك فى العضلات عند أداء نفس الحمل البدنى، كما يزيد سرعة التخلص من حامض اللاكتيك بالإضافة إلى زيادة تحمل اللاعب الألم الناتج عن زيادة حامض اللاكتيك.

تركيزالدم Hemoconcentration

يعنى تركيز الدم نسبة تركيز خلايا الدم إلى البلازما وهى ما يطلق عليه الراسب الدموى Hematocrit، ويتعرض تركيز الدم إلى تغيرات أثناء التدريب الرياضى حيث تحدث تغيرات فى

نسبة تركيز الدم عند تغير وضع الإنسان من الوضع الأفقى إلى الوضع الرأسى، وكذلك عند تغير حالة الإنسان من الراحة إلى التدريب، وكذلك مع زيادة شدة حمل التدريب وتزيد هذه التغيرات عند التدريب ضد المقاومة ولفترة طويلة.

يؤدى التدريب لفترة طويلة إلى زيادة العرق وبذلك يفقد الجسم سوائله، ويمكن قياس تركيز الدم إما مباشرة بقياس حجم البلازما أو بتقدير التغيرات فى البلازما من قياسات الهيموجلوبين والراسب الدموى وارتباطا بزيادة تركيز الدم تزيد لزوجة الدم Viscosity كما يحدث هدم للخلايا الحمراء بالدم ويسمى Hemolysis والذى يزيد الهيموجلوبين بالبلازما، ولكن بالرغم من ذلك لا يتأثر بدرجة كبيرة نقل الأكسجين خلال الدم.

لزوجة الدم وكثافته

ترتبط لزوجة وكثافة الدم بقدر ما يحتويه من الكرات الحمراء والهيموجلوبين ومكونات البلازما البروتينية، وبمقارنة الدم بالماء يلاحظ أن الدم أكثر كثافة من الماء (١,٠٦٠ - ١,٠٨٠)، كما تزيد لزوجة الدم عن الماء (٣-٤ مرات).

وخلال التسخين قبل النشاط البدنى تقل لزوجة الدم، وهذا يسمح بسهولة سريانه فى الأوعية الدموية، إلا أن استمرار العمل العضلى لفترة طويلة وخاصة فى الجو الحار وعند زيادة العرق تزيد لزوجة الدم نتيجة خروج العرق وكذا نتيجة انتقال جزء من سائل البلازما إلى سائل ما بين الخلايا، ويعتبر هذا عاملا مساعدا على سرعة التعب؛ ولذا فإن إمداد اللاعبين بالماء على فترات خلال الأداء فى الجو الحار يساعد على تقليل حدوث ذلك بالإضافة إلى سهولة عملية التخلص من الحرارة الزائدة.

ويحتوى الدم على مواد عالقة ترتبط بالكرات الحمراء وبروتينات البلازما، وهذه المواد العالقة تترسب فى حالة عدم حركة الدم، وهذه الظاهرة أصبحت تسمى «سرعة ترسيب كرات الدم الحمراء» وهى تكون لدى الرجال فى الأحوال العادية فى حدود ٤-٦ مم/ ساعة، وللسيدات ٦-١٠ مم/ ساعة، وللحفاظ على النشاط الحيوى الطبيعى لخلايا الجسم، فإن مكونات الدم الطبيعية والكيميائية يجب أن تكون فى حالة ثابتة، بمعنى المحافظة على ثبات الضغط الأسموزى، والتوازن الحمض قلوى، ومستوى الماء والأملاح ومكونات الدم البروتينية.

الضغط الأسموزى للدم Osmotic Pressure

يعنى الضغط الأسموزى أن المحلول الأكثر تركيزا يجذب إليه جزئيات المحلول الأقل تركيزا، وتوجد فى بلازما وخلايا الدم مواد ذائبة كثيرة ومختلفة، ويعتبر أكثرها كثافة الأملاح المعدنية التى توجد فى البلازما، وتشكل ضغطا مقابلا لمحتويات الخلية، ويبقى الضغط عند مستوى ثابت دائما إلا أنه يمكن أن يرتفع قليلا عند إنتاج الطاقة، إلا أن الضغط الأسموزى سرعان مايعود إلى المستوى الذى كان عليه بعد النشاط البدنى، ولكن لماذا يجب أن يظل الضغط الأسموزى دائما عند مستوى ثابت ؟ ولنتخيل أن مخلفات الطاقة لبلازما الدم نتيجة زيادة تركيز المواد الذائبة بها زادت ولن يسمح غشاء خلايا الدم بدخول هذه المواد إلى داخل الخلايا لأنه غشاء نصف نفاذى، بينما يمكن للماء دخول الخلايا، وهنا يبدأ الضغط الأسموزى للبلازما فى جذب الماء من الخلايا وتتم عملية الإخراج للتخلص من الماء حيث تقوم الكلية والغدد العرقية بدور رئيسى فى الحفاظ على مستوى الضغط الأسموزى للدم ثابتا، حيث تساعد فى التخلص من مخلفات الطاقة بحيث لا تؤثر على الضغط الأسموزى.

تأثير النشاط البدنى على مستوى سكر الدم

تعتبر إحدى خصائص الدم الهامة هى المحافظة على مستوى سكر الجلوكوز ثابتا بقدر الإمكان (٨٠-١٢٠ ملليجراما٪) وهذا له أهمية بالنسبة لحاجة الجهاز العصبى الأساسية لسكر الجلوكوز وحساسيته لأى نقص فيه عن المستوى الطبيعى، ومن المعروف أن النشاط الرياضى لفترة طويلة يتطلب قدرا كبيرا من السعرات الحرارية اللازمة لإنتاج الطاقة، اعتمادا على الكربوهيدرات كمصدر أساسى لها، حيث يتحول الجليكوجين فى العضلات إلى سكر الجلوكوز ثم يمد العضلات بالطاقة المطلوبة بالجلوكوز عن طريق الدم ولكن عندما يقل إنتاج الكبد للجلوكوز فإن نسبة الاعتماد على الدهون تزداد تدريجيا، وهذا يساعد فى حماية مستوى السكر فى الدم إلا أنه فى بعض الأحيان تحدث تغيرات فى مستوى السكر فى الدم ترجع إلى نوعية النشاط البدنى نفسه وشدته وفترة استمراره، فمثلا لا تؤدى الأنشطة البدنية ذات الشدة المتوسطة إلى حدوث أى تغيرات ملحوظة فى زيادة فى سكر الدم، وإذا ما استمر العمل العضلى بشدته العالية، ويمكن لفترة من ٣٠-٤٠ دقيقة وفى حالة أداء النشاط البدنى تحت الضغط النفسى يلاحظ زيادة السكر فى الدم بعد المنافسة عنه بعد التدريب، وقد تصل زيادة السكر فى الدم إلى ٢٢٠ ملليجرام ٪.

وقد يحدث نقص فى مستوى سكر الدم فى بعض الحالات عند الاستمرار فى العمل العضلى لفترة طويلة (ثلاث ساعات) وهنا تزداد نسبة الاعتماد على الدهون كمصدر للطاقة، وفى دراسة أجريت على متسابقى المسافات الطويلة لوحظ عدم تغير مستوى السكر لدى الفائز الأول، بينما سجلت أربع حالات انخفض فيها مستوى السكر بدرجة كبيرة، منها ثلاثة أفراد أصيبوا بالإجهاد الشديد حيث بلغ مستوى السكر لديهم ٥٠-٤٩-٤٧ ملليجراما٪، بينما أصيب اللاعب الرابع بحالة إغماء من شدة الإجهاد وبلغ مستوى السكر فى الدم لديه ٤٥ ملليجراما٪ Hypoglycaemia، وفى العام التالى تم إمداد هؤلاء اللاعبين بوجبات غذائية غنية بالكربوهيدرات مع تناولهم للشاى المزود بكمية كبيرة من السكر قبل الاشتراك فى المنافسة، وقد أدى ذلك إلى المحافظة على مستوى السكر فى الدم لبعض أعضاء الجسم الأخرى كالكبد وكذلك بعض الغدد الصماء مثل البنكرياس والغدة فوق الكلية. وعندما يبدأ العمل العضلى تفرز الغدة فوق الكلية كمية كبيرة من هرمون الأدرينالين وتحت تأثيره ينشط جليكوجين الكبد ليتحول إلى جلوكوز ويخرج إلى الدم ولذلك يزيد محتوى الجلوكوز فى الدم أثناء النشاط الرياضى أكثر منه فى الراحة، إلا أن ذلك يحدث عندما يكون النشاط البدنى لفترة قصيرة، ولكن عند النشاط البدنى لفترة طويلة وعدم كفاية الغذاء فإن محتوى الجلوكوز فى الدم يمكن أن يقل بدرجة كبيرة ويصبح مستواه فى الدم أقل من المستوى الفسيولوچى العادى وعند ذلك تهبط كفاءة الرياضى، وعادة ينتهى الأداء ويشعر اللاعب بالجوع الشديد، ولتجنب حدوث ذلك خلال المنافسات لفترة طويلة يتناول اللاعبون غذاءهم على شكل سوائل، ويحذر تناول الجلوكوز النقى، حيث إن تأثير ذلك ليس حميدا بالنسبة لنشاط القلب ويفضل أن يؤخذ الجلوكوز بعد مزجه بأملاح الصوديوم فى شكل محلول، ويستعيد الجسم مخزونه من الجليكوجين والجلوكوز بتناول المواد الكربوهيدراتية بعد النشاط البدنى، حيث

يقوم هرمون الأنسولين بتحويل سكر الجلوكوز إلى جليكوجين لتخزينه فى العضلات والكبد وبذلك فإن التمثيل الغذائى للكربوهيدرات يتم بمساعدة هرمون الأدرينالين والأنسولين، حيث يقوم الأدرينالين باستدعاء انشطار الجليكوجين فى الكبد لتحويله إلى جلوكوز ويخرج الجلوكوز ليسرى فى الدم أثناء النشاط البدنى وكذلك قبل المنافسة فى حالة الاستثارة الانفعالية، ويقوم الأنسولين بتكوين الجليكوجين فى الكبد خلال الراحة وبعد وجبة غذائية غنية بالكربوهيدرات.

تأثير النشاط البدنى على التوازن الحمضى القلوى

يعتبر حامض اللاكتيك هو الصورة النهائية لاستهلاك الجليكوجين اللاهوائى (بدون الأكسجين) وهو يوجد فى حالة الراحة بنسبة لا تزيد على ١٠ ملليجرامات ٪ (حوالى مللى مول / لتر) إلا أن هذه النسبة تزيد عند أداء الأنشطة الرياضية ذات الشدة العالية، وهذه الزيادة بدورها لها تأثيرها على درجة توازن الدم بين الحمضية والقلوية (pH الدم)، حيث إن من خصائص الدم الهامة هو الحفاظ على مستوى pH ثابتا بقدر الإمكان؛ لذا فإن نسبة تركيز حامض اللاكتيك فى الدم تتأثر بعاملين: أولهما سرعة خروج اللاكتيك من العضلات إلى الدم أى كمية حامض اللاكتيك التى تتجمع فى الدم خلال وحدة قياس زمنية، والعامل الثانى هو سرعة إزالة حامض اللاكتيك من الدم، وبصفة عامة فإن سرعة خروج اللاكتيك إلى الدم ترتبط بمقدار تكوين اللاكتيك فى جميع خلايا الجسم خلال وحدة زمنية معينة وكذا سرعة انتشاره من داخل الخلايا إلى الدم وبالنسبة لإزالة حامض اللاكتيك فإن الكبد والقلب والعضلات تساهم فى ذلك حيث يقوم الكبد بتحويله إلى جليكوجين عن طريق عمليات الأكسدة، بينما يقوم القلب والعضلات الأخرى باستهلاكه كمصدر للطاقة الهوائية.

ويزيد إنتاج اللاكتيك فى بداية أى نشاط بدنى بصرف النظر عن شدة هذا النشاط فى العضلات العاملة، ويرجع سبب ذلك إلى بطء عمليات إنتاج الطاقة الهوائية وعدم كفاية توصيل الأكسجين إلى العضلات العاملة بالقدر الذى تتطلبه وبذلك تقوم هذه العضلات باستهلاك الجليكوجين بدون وجود الأكسجين مما يتسبب فى زيادة تكوين حامض اللاكتيك وعند زيادته فى العضلات يخرج إلى الدم، وهذا يؤدى إلى انخفاض اللاكتيك وانخفاض مستوى pH الدم. وتتوقف كمية اللاكتيك التى تنتجها العضلات على ثلاثة عوامل هى :

١ - شدة الحمل البدنى.
٢- حجم الحمل البدنى.
٣- حجم العضلات العاملة.

فإذا كانت شدة الحمل البدنى متوسطة تبلغ حوالى ٥٠-٦٠ ٪ من القدرة الهوائية القصوى فإن تركيز حامض اللاكتيك ينخفض بعد زيادته الأولى فى بداية النشاط أثناء فترة التهيئة الفسيولوچية للحمل البدنى، وإذا استمر العمل العضلى لفترة طويلة بهذه الشدة المتوسطة فإن زيادة تركيز اللاكتيك تظل فى الانخفاض حتى تصل إلى المستوى الذى كانت عليه وقت الراحة، ويدل انخفاض تركيز اللاكتيك أثناء استمرار العمل العضلى على أن سرعة إنتاج اللاكتيك أقل من سرعة التخلص منه عن طريق الكبد والقلب والعضلات الأخرى.

وعندما تكون شدة الحمل مرتفعة فإن مستوى تركيز حامض اللاكتيك فى الدم يزيد عن مستواه أثناء الراحة، وتستمر هذه الزيادة كلما

زادت شدة الحمل البدنى ويبلغ تركيز اللاكتيك أقصى مستوى له عند استمرار الحمل البدنى الأقصى لفترة تتراوح مابين ١-٣ دقائق، وتبلغ أقصى كمية لتركيز حامض اللاكتيك فى الدم الشريانى لدى الذكور غير المدربين ولدى السيدات ١٠٠-١٥٠ ملليجرام٪ (١٥ مللى مول / لتر) وبناء على ذلك فإن درجة pH الدم الشريانى تنخفض من ٧,٤ إلى ٧,٢ إلا أنها لا تبلغ هذا المستوى لدى الأطفال أو كبار السن، ومن الطبيعى أن الحد الأقصى لتركيز حامض اللاكتيك يزيد أولا فى العضلات ثم بعد ذلك يزيد فى الدم؛ ولهذا فإن أقصى مستوى لتركيز اللاكتيك لا يظهر فى الدم أثناء العمل وخاصة إذا كانت فترة استمرار العمل قصيرة (١-٦ دقائق) حيث يتطلب الوصول إلى أقصى مستوى لتركيزه فى الدم بضعة دقائق بعد انتهاء العمل، وبالتالى فإن أقصى درجة انخفاض لمستوى pH الدم تسجل بعد عدة دقائق من انتهاء العمل. ويتطلب تساوى مستوى تركيز اللاكتيك فى العضلات والدم فترة زمنية لا تقل عن ٥-١٠ دقائق.

ومن المعروف أن تركيز اللاكتيك فى الدم لدى الأشخاص المدربين يكون أقل منه لدى غير المدربين عند قيامها بنفس الحمل البدنى، ويرجع هذا إلى زيادة اعتماد اللاعبين المدربين على العمليات اللاهوائية فى إنتاج الطاقة وزيادة كفاءة التخلص من زيادة اللاكتيك لديهم. وتتأثر زيادة حامض اللاكتيك بدرجة حرارة البيئة، حيث يزيد محتوى اللاكتيك عند أداء الحمل البدنى الأقل من الأقصى فى درجة حرارة ٣٦° عنه فى درجة حرارة ٢٠°.

وقد سجل فالكون عام ١٩٦٩ بلوغ نسبة تركيز حامض اللاكتيك بعد ٢٠٠ متر عدو ١٩٨ ملليجرام٪ وبعد ٤٠٠ متر ٢٢٧ ملليجراما٪ وبعد ٨٠٠ متر ٢١١ ملليجراما٪ وبعد ١٥٠٠ متر ١٦٣ ملليجراما٪.

التخلص من زيادة حامض اللاكتيك

تؤدى زيادة حامض اللاكتيك فى الدم إلى سرعة شعور اللاعب بالتعب والإجهاد، وتقع نسبة تركيز حامض اللاكتيك فى الدم تحت تأثير عاملين: أولهما هو معدل إنتاج حامض اللاكتيك فى العضلات نتيجة التمثيل الغذائى اللاهوائى للجليكوجين، وثانيهما هو معدل التخلص من حامض اللاكتيك الزائد فى الدم، وقد تناولنا كيفية تأثير العامل الأول ويتم خلال هذا الجزء التعرف على كيفية مواجهة الجسم لزيادة حامض اللاكتيك بالدم والتخلص منه، حيث تعتبر هذه العملية الفسيولوجية من العمليات الهامة لتأثير حمل التدريب على وظائف الجسم، ويشترك فى هذه العملية ما يطلق عليه المنظمات الحيوية بالدم، حيث تعتبر الخط الدفاعى الأول ضد أى تغيرات تحدث فى مستوى التوازن الحمضى القلوى بالإضافة إلى دور الرئتين والكلى فى ذلك.

الملخص

* الدم هو السائل الوسيط الذى يدور خلال الجهاز الدورى، ويحتوى على الخلايا التى تقوم بوظائف نقل الأكسجين وثانى أكسيد الكربون المسئولة عن المناعة وتجلط الدم، ويقوم الدم بنقل المواد الغذائية والأملاح المعدنية الضرورية لوظيفة الخلية المثلى.
* تتكون العناصر الخلوية خلايا الدم الحمراء Red Blood Cells وتسمى أيضا Erythrocytes وخلايا الدم البيضاء White Blood Cells وتسمى أيضا Leukocytes والصناع الديون Platelets وتعتبر الخلايا البيضاء الخلايا الوظيفية الوحيدة بالدورة الدموية، حيث تفقد الخلايا الحمراء النواة بمجرد دخولها إلى الدم، وهى تلعب دورا هاما فى نقل الأكسچين وثانى أكسيد الكربون بين الرئتين والأنسجة، وتقوم الصفائح الدموية بالمساعدة فى عملية تجلط الدم لحماية الجسم من النزيف فى حالة الجروح.
* البلازما هى الجزء السائل فى الدم والذى يحتوى على العناصر الخلوية، وتعتبر الماء هى المكون الرئيسى للبلازما، حيث تشكل ٩٢٪ من وزن الدم وتشكل بروتينات الدم نسبة ٧٪ أما الجزء الباقى وهو ١٪ فهو يحتوى على جزئيات عضوية مثل الأحماض الأمينية والجلوكوز والدهون والمخلفات النتروچينية والأيونات، مثل الصوديوم والبوتاسيوم والكلورين والهدروچين والكربون والكالسيوم والأملاح المعدنية الدقيقة والڤيتامينات والغازات الذاتية الأكسچين وثانى أكسيد الكربون.
* إن حجم الدم والكرات الحمراء يزيد لدى الأشخاص المدربين بالمقارنة بالأشخاص غير المدربين.
* إن نقص الهيموجلوبين فى الدم عن مستواه الطبيعى (١٢-١٨ جراما ٪ للرجال، ١١-١٦ جراما ٪ للسيدات) يؤدى إلى نقص استهلاك الأكسچين، إلا أن زيادة الهيموجلوبين عن المستوى الطبيعى مازالت موضع خلاف من حيث تأثيرها على زيادة استهلاك الأكسچين.
* إن مستوى الهيموجلوبين العادى يكفى لإمداد العضلات بما تحتاج إليه من أكسچين أثناء النشاط البدنى.
* إن زيادة الهيموجلوبين لا تؤدى إلى زيادة الإمداد بالأكسچين؛ نظرا لأن العضلات هى المسئولة الأساسية عن مقدار الأكسچين المستهلك ويرتبط ذلك بقدرة العضلات على استخلاص الأكسچين الوارد إليها مع الدم.
* زيادة قدرة العضلات على استخلاص كمية أكبر من الأكسچين أكثر فاعلية من زيادة حجم الهيموجلوبين الذى يحمل إليها الأكسچين، حيث يمكن للعضلات أن تعوض نقص الهيموجلوبين بزيادة استخلاص الأكسچين.
* إن زيادة الهيموجلوبين والكرات الحمراء عن المستوى العادى عند التدريب فى المرتفعات تكون لتعويض نقص الضغط الجزئى للأكسچين فى الهواء الجوى، وهذه الزيادة لها تأثيرها على مستوى الأداء، إلا أن تأثير ذلك عند التدريب فى مستوى سطح البحر على مستوى الأداء مازال موضع البحث.
* يلاحظ انخفاض نسبة تركيز الهيموجلوبين لدى لاعبى الجرى مسافات طويلة، حيث بلغت ١٤,٣ جراما، بينما بلغت لغير الرياضيين ١٥ جراما ٪.

* يجب أن نفرق دائما بين مقدار الهيموجلوبين الكلى فى الدم وبين نسبة تركيز الهيموجلوبين فى ١٠٠ ملليلتر من الدم، حيث إن زيادة أو نقص مقدار الهيموجلوبين الكلى هى العامل الهام.
* تظهر حالة تسمى الأنيميا الكاذبة False Anemia أو يطلق عليها أحيانا الأنيميا الرياضية Sports Anemia، إلا أنه يجب عدم التسرع فى تشخيص هذه الحالة قبل التأكد من حدوث الزيادة الوظيفية لبلازما الدم بالنسبة للكرات الحمراء.
* إن دور الكرات البيضاء لا يقل أهمية بالنسبة للرياضى، نظرا لما تقوم به من دور هام فى مقاومة الأمراض والتى كثيرا ما يصاب بها اللاعب فى موسم المنافسة؛ ولذا يفقد لياقته وينخفض مستواه الرياضى.
* يتأثر مستوى حامض اللاكتيك فى الدم أثناء أداء النشاط البدنى بعاملين: أحدهما هو معدل إنتاج حامض اللاكتيك فى العضلات، والعامل الآخر هو معدل التخلص منه وأى زيادة أو نقص فى ذلك لها تأثيرها على نسبة تركيز حامض اللاكتيك فى الدم.
* يؤدى التدريب لفترة طويلة إلى زيادة العرق وبذلك يفقد الجسم سوائله.
* ترتبط لزوجة وكثافة الدم بقدر ما يحتويه من الكرات الحمراء والهيموجلوبين ومكونات البلازما البروتينية، وبمقارنة الدم بالماء يلاحظ أن الدم أكثر كثافة من الماء (١,٠٦٠ - ١,٠٨٠)، كما تزيد لزوجة الدم عن الماء (٣-٤ مرات).
* خلال التسخين قبل النشاط البدنى تقل لزوجة الدم، وهذا يسمح بسهولة سريانه فى الأوعية الدموية.
* إن استمرار العمل العضلى لفترة طويلة وخاصة فى الجو الحار وعند زيادة العرق تزيد لزوجة الدم نتيجة خروج العرق، وكذا نتيجة انتقال جزء من سائل البلازما إلى سائل ما بين الخلايا، ويعتبر هذا عاملا مساعدا على سرعة التعب.
* إن إمداد اللاعبين بالماء على فترات خلال الأداء فى الجو الحار يساعد على تقليل حدوث ذلك، بالإضافة إلى سهولة عملية التخلص من الحرارة الزائدة.
* تعتبر إحدى خصائص الدم الهامة هى المحافظة على مستوى سكر الجلوكوز ثابتا بقدر الإمكان (٨٠-١٢٠ ملليجراما٪) وهذا له أهمية بالنسبة لحاجة الجهاز العصبى الأساسية لسكر الجلوكوز وحساسيته لأى نقص فيه عن المستوى الطبيعى.
* إن النشاط الرياضى لفترة طويلة يتطلب قدرا كبيرا من السعرات الحرارية اللازمة لإنتاج الطاقة اعتمادا على الكربوهيدرات كمصدر أساسى لها، حيث يتحول الجليكوجين فى العضلات إلى سكر الجلوكوز ثم يمد العضلات بالطاقة المطلوبة بالجلوكوز عن طريق الدم.
* عندما يقل إنتاج الكبد للجلوكوز فإن نسبة الاعتماد على الدهون تزداد تدريجيا، وهذا يساعد فى حماية مستوى السكر فى الدم، إلا أنه فى بعض الأحيان تحدث تغيرات فى مستوى السكر فى الدم ترجع إلى نوعية النشاط البدنى نفسه وشدته وفترة استمراره.
* لا تؤدى الأنشطة البدنية ذات الشدة المتوسطة إلى حدوث أى تغيرات ملاحظة زيادة فى سكر الدم.
* يمكن لفترة من ٣٠-٤٠ دقيقة، وفى حالة أداء

النشاط البدنى تحت الضغط النفسى قد تصل زيادة السكر فى الدم إلى ٢٢٠ ملليجراما ٪.

* يعتبر حامض اللاكتيك هو الصورة النهائية لاستهلاك الجليكوجين اللاهوائيى (بدون الأكسچين) وهو يوجد فى حالة الراحة بنسبة لا تزيد عن ١٠ ملليجرامات٪ (حوالى مللى مول / لتر).
* إن نسبة تركيز حامض اللاكتيك فى الدم تتأثر بعاملين: أولهما سرعة خروج اللاكتيك من العضلات إلى الدم، أى كمية حامض اللاكتيك التى تتجمع فى الدم خلال وحدة قياس زمنية، والعامل الثانى هو سرعة إزالة حامض اللاكتيك من الدم.
* إن سرعة خروج اللاكتيك إلى الدم ترتبط بمقدار تكوين اللاكتيك فى جميع خلايا الجسم خلال وحدة زمنية معينة وكذا سرعة انتشاره من داخل الخلايا إلى الدم.
* يساهم الكبد والقلب والعضلات فى إزالة حامض اللاكتيك، حيث يقوم الكبد بتحويله إلى جليكوجين عن طريق عمليات الأكسدة، بينما يقوم القلب والعضلات الأخرى باستهلاكه كمصدر للطاقة الهوائية.
* يزيد إنتاج اللاكتيك فى بداية أى نشاط عن شدة هذا النشاط فى العضلات العاملة، بسبب بطء عمليات إنتاج الطاقة الهوائية وعدم كفاية توصيل الأكسچين إلى العضلات العاملة بالقدر الذى تتطلبه.
* تتوقف كمية اللاكتيك التى تنتجها العضلات على ثلاثة عوامل هى :

١- شدة الحمل البدنى.

٢- حجم الحمل البدنى.

٣- حجم العضلات العاملة.

أسئلة للمراجعة

١- ما هى وظائف الدم الأساسية ؟

٢- ما هى مكونات الدم الخلوية ووظيفة كل منها.

٣- ما هو دور البلازما ؟ وما هى مكوناتها الأساسية ؟

٤- ما تأثير التدريب الرياضى على حجم الدم والكرات الحمراء ؟

٥- ما هو تأثير نقص الهيموجلوبين على استهلاك الأكسچين ؟

٦- هل يكفى تركيز الهيموجلوبين العادى حاجة الجسم إلى الأكسچين ؟

٧- ما هو العامل الأكثر أهمية لاستهلاك الأكسچين ؟ العضلات أم الهيموجلوبين؟

٨- ما هو تفسيرك لانخفاض نسبة تركيز الهيموجلوبين لدى لاعبى التحمل؟

٩- ما هى حالة الأنيميا الكاذبة ؟

١٠- ما هو دور كرات الدم البيضاء بالنسبة للرياضى ؟

١١- ما هى العوامل التى تؤثر على نسبة تركيز حامض اللاكتيك فى الدم؟

١٢- ما هو تأثير فقد العرق خلال التدريب على تركيز الدم ؟

١٣- ما هو تأثير التسخين على لزوجة الدم ؟ وما هى أهمية ذلك؟

١٤- ما هى أهمية محافظة الدم على مستوى سكر الجلوكوز ثابتا أثناء الراحة أو التدريب ؟

١٥- متى يعتمد الجسم على الدهون كمصدر للطاقة ؟

١٦- ما هو تأثير الأنشطة البدنيـة المختلفة على نسبة تركيز السكـر فى الدم - الأنشطة متوسطة الشدة - الأنشطة لمدة ٣٠-٤٠ دقيقة تحت الضغط النفسى ؟

١٧- ما هى العوامل المؤثرة على نسبة تركيز حامض اللاكتيك فى الدم؟

١٨- ما هى العوامل المؤثرة على سرعة خروج اللاكتيك من العضلات إلى الدم؟

١٩- ما هو تفسيرك لزيادة إنتاج حامض اللاكتيك فى بداية أى نشاط بدنى بصرف النظر عن شدته ؟

٢٠- ما هى العوامل التى تتوقف عليها كمية حامض اللاكتيك فى الدم ؟

المفردات Glossary

الدم **Blood**

الدم هو السائل الوسيط الذى يدور خلال الجهاز الدورى، ويحتوى على الخلايا التى تقوم بوظائف نقل الأكسچين وثانى أكسيد الكربون المسئولة عن المناعة وتجلط الدم، ويقوم بنقل المواد الغذائية والأملاح المعدنية الضرورية لوظيفة الخلية المثلى.

العناصر الخلوية **Celluar Elements**

تتكون العناصر الخلوية من خلايا الدم الحمراء Red Blood Cells وتسمى أيضا Erothrocytes وخلايا الدم البيضاء White Blood Cells وتسمى أيضا Leukocytes والصفائح الدموية Platelets.

الأنيميا الكاذبة **False Anemia**

يطلق عليها أحيانا الأنيميا الرياضية Sports Anemia وهى زيادة فى حجم البلازما بدرجة أزيد نسبيا من الكرات الحمراء تحت تأثير التدريب الرياضى، ونتيجة لذلك تنخفض نسبة تركيز الهيموجلوبين فى الدم نتيجة زيادة حجم البلازما بالنسبة للهيموجلوبين وليس نتيجة لنقص الهيموجلوبين.

تركيز الدم **Hemoconcentration**

يعنى تركيز الدم نسبة تركيز خلايا الدم إلى البلازما وهى ما يطلق عليه الراسب الدموى Hematocrit.

هدم للخلايا الحمراء بالدم **Hemolysis**

ويقصد به تكثير الكرات الحمراء وخروج الهيموجلوبين منها إلى بلازما الدم وبذلك يزيد الهيموجلوبين بالبلازما، ولكن بالرغم من ذلك لا يتأثر بدرجة كبيرة نقل الأكسچين خلال الدم.

نقص سكر الدم **Hypoglycaemia**

نقص السكر فى الدم عن مستواه الطبيعى.

الضغط الأسموزى للدم **Osmotic Pressure**

يعنى الضغط الأسموزى أن المحلول الأكثر تركيزا يجذب إليه جزئيات المحلول الأقل تركيزا.

البلازما **Plasma**

البلازما هى الجزء السائل فى الدم والذى يحتوى على العناصر الخلوية، وتعتبر الماء هى المكون الرئيسى للبلازما حيث تشكل ٩٢٪ من وزن الدم وتشكل بروتينات الدم نسبة ٧٪، أما الجزء الباقى وهو ١٪ فهو يحتوى على جزئيات عضوية مثل الأحماض الأمينية والجلوكوز والدهون والمخلفات النتروچينية والأيونات مثل الصوديوم والبوتاسيوم والكلورين والهدروچين والكربون والكالسيوم والأملاح المعدنية الدقيقة والڤيتامينات والغازات الذاتية الأكسچين وثانى أكسيد الكربون.

الصفائح الدموية **Platelets**

وهى عبارة عن أجسام صغيرة يتراوح قطرها ٢-٥ ميكرون، وليس لها نواة، وتتكون فى نخاع العظام الأحمر وفى الطحال، ويتراوح عددها ما بين ٢٠٠ إلى ٦٠٠ ألف فى المليمتر المكعب، وتقوم بدور هام فى عمليات تجلط الدم عند الإصابة بالجروح والنزف فتساعد على التئام الجروح.

خلايا الدم الحمراء **Red Blood Cells**

هى عبارة عن خلايا بدون نواة لها شكل كروى قرصى، ويبلغ قطرها ٧-٨ ميكرون وهى

تتكون فى نخاع العظام وتتحلل فى الكبد والطحال، ويحتوى المللميتر المكعب من الدم على ٥ ملايين كرة حمراء للرجال و٤,٥ مليون كرة حمراء للسيدات.

لزوجة الدم Viscosity

ترتبط لزوجة وكثافة الدم بقدر ما يحتويه من الكرات الحمراء والهيموجلوبين ومكونات البلازما البروتينية، وبمقارنة الدم بالماء يلاحظ أن الدم أكثر كثافة من الماء (١,٠٦٠ - ١,٠٨٠)، كما تزيد لزوجة الدم عن الماء (٣-٤ مرات).

الخلايا البيضاء White Blood Cells

تعتبر كرات الدم البيضاء من الناحية المورفولوجية والفسيولوچية خلية عادية من خلايا الجسم، حيث تحتوى على النواة والبروتوبلازم، وتتكون الكرات البيضاء فى الغدد الليمفاوية والطحال ونخاع العظام ويتراوح عددها من ٥-٦ آلاف كرة فى المليمتر المكعب.

الفصل العاشر

الجهاز التنفسى
Respiratory System

- الوظائف الرئيسية للجهاز التنفسى
- التهوية الرئوية Ventilation
- تبادل الغاز Gas Exchange
- نقل الأكسجين وثانى أكسيد الكربون Oxygen and Carbon Dioxide Transport

يهدف هذا الفصل إلى:

- أن يعرف القارئ تركيب الجهاز التنفسى ومكوناته الأساسية ووظيفة كل عضو من أعضائه.
- أن يعرف القارئ العمليات الفسيولوجية الأساسية للتنفس وتأثير التدريب عليها.
- أن يتعرف القارئ على التهوية الرئوية ومكوناتها الأساسية وتأثير التدريب عليها والعلاقة بينها وبين العتبة الفارقة اللاهوائية.
- أن يعرف القارئ الأحجام والسعات الرئوية وتأثير التدريب عليها وطرق قياسها.
- أن يعرف القارئ كيفية تبادل الغازات بين الهواء الجوى والحويصلات الهوائية، ثم بين الحويصلات الهوائية والدم ثم بين الدم والأنسجة فى الراحة وأثناء التدريب.
- أن يعرف القارئ كيفية نقل الغازات فى الدم من الرئتين إلى الأنسجة ومن الأنسجة إلى الرئتين فى الراحة وأثناء التدريب.
- أن يعرف القارئ كيف يقوم الجهاز العصبى والعوامل السائلة مثل ضغط الأكسجين وثانى أكسيد الكربون وغيرها بتنظيم عملية التنفس أثناء الراحة وأثناء التدريب.
- أن يعرف القارئ كيف تعمل عضلات التنفس أثناء الشهيق وأثناء الزفير فى الراحة وأثناء التدريب.

تقوم العضلات الهيكلية أثناء العمل العضلى بإنتاج ثانى أكسيد الكربون بعد استخدام الأكسچين فى عملية توليد الطاقة بالميتوكوندريا.

وتقوم الرئتان بدورها فى نقل الأكسچين من الهواء الجوى إلى الدم وتخليص الجسم من ثانى أكسيد الكربون، حيث إن زيادة ثانى أكسيد الكربون فى الدم تؤثر على توازن الدم الحمضى القلوى، وبذلك تلعب الرئتان دورا هاما فى تنظيم pH الدم، وخلال عملية التدرج للانتقال من حالة الراحة إلى حالة التدريب الشديد يزيد حجم هواء الشهيق والزفير بواسطة الرئتين من ٦ لتر إلى ١٦٠ لترا/ دقيقة، حيث تزيد دائما لدى الرياضيين فى أنشطة التحمل، ويتطلب هذا التغير السريع والكبير الحجم فى عملية الرئتين درجة من التحكم لكى تعمل الرئتان فى تبادل الغازات بين الدم وهواء الحويصلات والمحافظة على pH الدم.

الوظائف الرئيسية للجهاز التنفسى

١- تبادل الغازات بين الهواء الجوى والدم، حيث يحصل على الأكسچين من الهواء الجوى ويوزعه على أنسجة الجسم، والتخلص من ثانى أكسيد الكربون من مخلفات التمثيل الغذائى.

٢- المحافظة على الاستقرار التجانسى للتوازن الحمضى - القلوى pH للجسم.

٣- الوقاية من الجراثيم والمواد الضارة التى تدخل الجسم مع الشهيق، حيث يقوم النسيج الظاهر الموجود بالجهاز التنفسى بهذه الوظيفة بما يتميز به من آليات تمنع تسرب المواد الضارة من الدخول إلى الجسم.

٤- النطق المستخدم فى الكلام والغناء وغيرها ووسائل الاتصال.

٥- تنظيم حرارة الجسم بالتخلص من الحرارة والماء الزائد من الجسم.

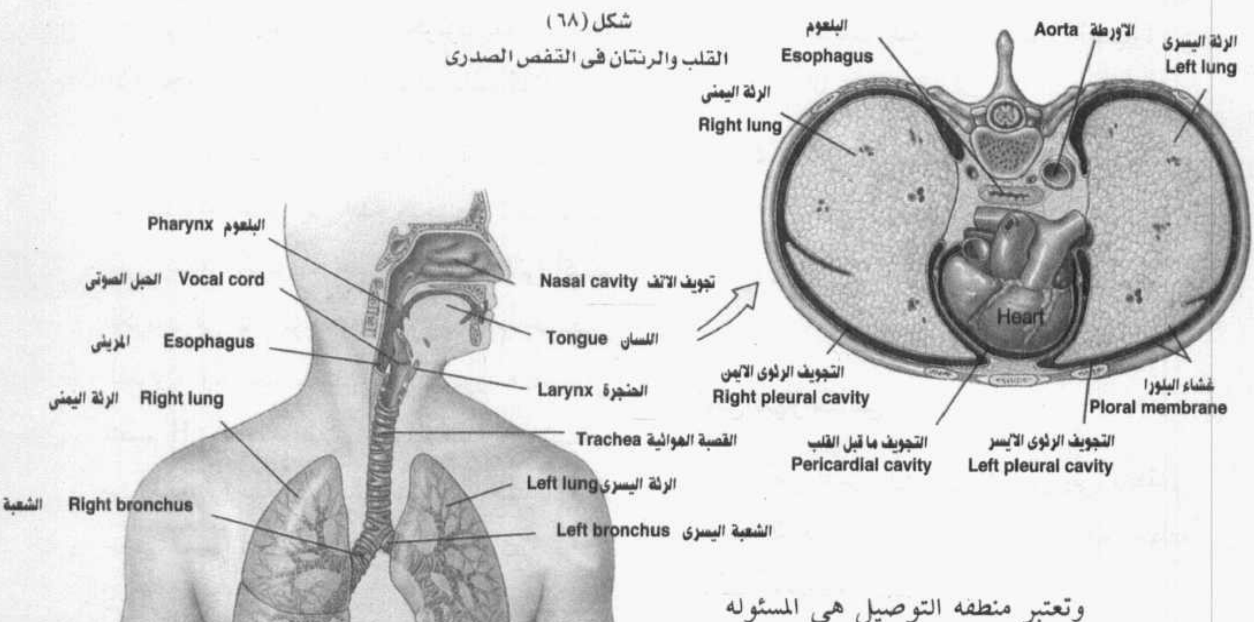
تشريح الجهاز التنفسى

يمكن تقسيم الجهاز التنفسى إلى منطقتين تبعا لعلاقة كل منهما بعملية التنفس، هما منطقة التوصيل ومنطقة التنفس.

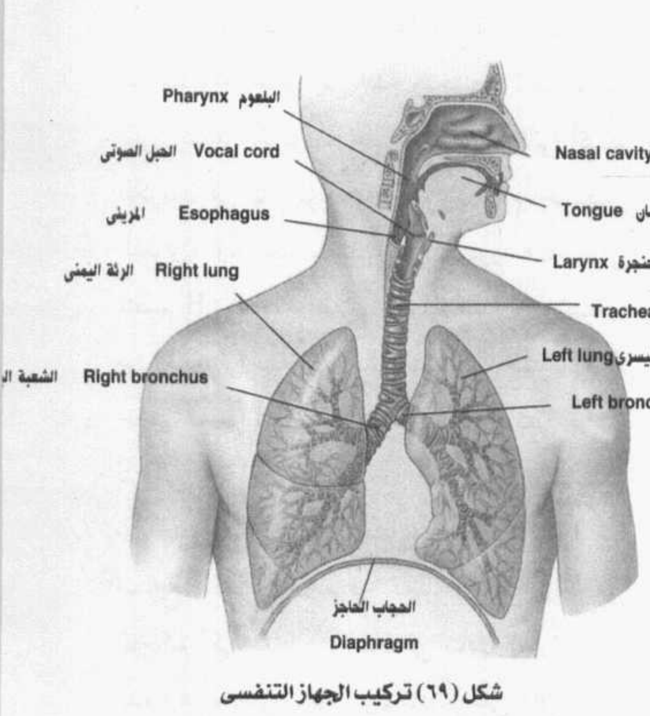
١- منطقة التوصيل Conducting zone

وتشمل هذه المنطقة الأجزاء التى لا يتم خلالها تبادل الغازات فى الجهاز التنفسى الممرات الهوائية التى تقوم بنقل الغازات من وإلى مناطق الرئة التى يتم خلالها تبادل الغازات وتشمل الفم والأنف والقصبة الهوائية والشعبتان والشعيبات الهوائية، وعادة ما يطلق على منطقة التوصيل «الفراغ الميت التشريحى» Anatomic dead space نظرا لعدم قيامها بدور التنفس ولكنها تحتوى على حجم من الهواء يصل إلى ١٥٠ ملليلترا.

وتعتبر منطقة التوصيل هى المسئولة عن سرعة توصيل الهواء إلى منطقة التنفس، ويتم التحكم فى زيادة أو نقص سريان الهواء إلى منطقة التنفس من خلال تحكم عصبى وهرمونى يزيد اتساع الأوعية الدموية للعضلات الناعمة المحيطة بكل من القصبة الهوائية والشعبتان والشعيبات.



شكل (٦٨)
القلب والرئتان فى التفص الصدرى



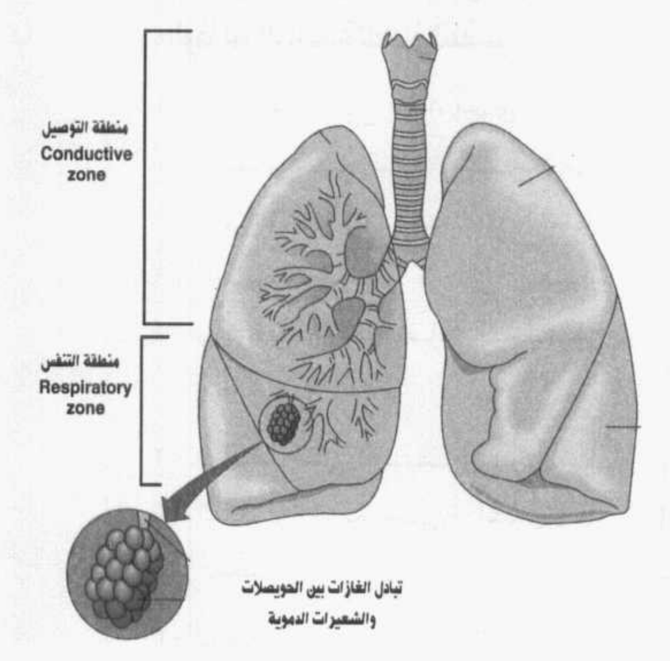
شكل (٦٩) تركيب الجهاز التنفسى

وتعتبر منطقه التوصيل هى المسئوله عن سرعة توصيل الهواء إلى منطقة التنفس، ويتم التحكم فى زيادة أو نقص سريان الهواء إلى منطقة التنفس من خلال تحكم عصبى وهرمونى يزيد اتساع الأوعية الدموية للعضلات الناعمة المحيطة بكل من القصبة الهوائية والشعبتان والشعيبات.

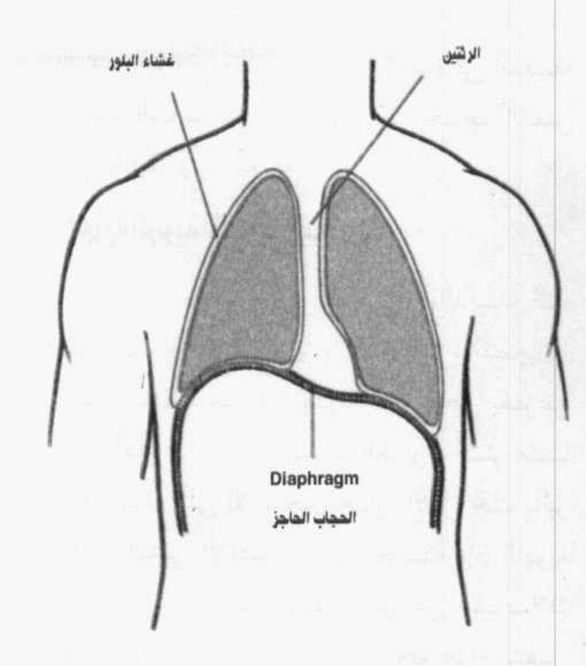
٢- منطقة التنفس Respiratory zone

وتتكون من المناطق التى يتم خلالها تبادل الغازات فى الرئة وتحتوى على الحويصلات الهوائية والتى ينسب إليها زيادة أحجام هواء التنفس.

تقوم منقطة التنفس بعملية تبادل الغازات من خلال الحويصلات الهوائية، ويبلغ متوسط قطر الحويصلة حوالى ٢٥, ٠ ملليمتر، ويصل سمك غشاء الحويصلة ٥, ٠ ميكرون، وهناك حوالى ٣٠٠ مليون شعيبة تنفسية والتى يتفرع



شكل (٧٠)
منطقة التوصيل ومنطقة التنفس بالجهاز التنفسى



شكل(٧١)
الرئتان والحجاب الحاجز

٢- منطقة التنفس Respiratory zone

وتتكون من المناطق التى يتم خلالها تبادل الغازات فى الرئة وتحتوى على الحويصلات الهوائية والتى ينسب إليها زيادة أحجام هواء التنفس.

تقوم منطقة التنفس بعملية تبادل الغازات من خلال الحويصلات الهوائية، ويبلغ متوسط قطر الحويصلة حوالى ٠,٢٥ ملليمتر، ويصل سمك غشاء الحويصلة ٠,٥ ميكرون، وهناك حوالى ٣٠٠ مليون شعيبة تنفسية والتى يتفرع من خلالها الحويصلات الهوائية فى كلتا الرئتين، وتحتل الشعيبات والحويصلات معا مساحة مسطحة فى الرئتين تبلغ حوالى ٧٠ مترا مربعا، وهى تعتبر مساحة كبيرة لعملية تبادل الغازات.

فسيولوجية التنفس

يمكن تقسيم عملية التنفس إلى :

- التنفس الخلوى Celluar Respiration الذى يرجع إلى التفاعل بين الأكسچين والجزئيات العضوية (الكربوهيدرات - الدهون - البروتين) وينتج عنه ثانى أكسيد الكربون والماء والطاقة من ATP.

- التنفس الخارجى External Respiration ويعنى تبادل الغازات بين البيئة الخارجية وخلايا الجسم وممكن تقسيم التنفس الخارجى إلى أربع عمليات متكاملة هى:

١- تبادل الغازات بين البيئة والرئتين، وهذه العملية تعرف باسم التهوية الرئوية Ventilation أو التنفس Breathing وهى حركة دخول وخروج الهواء من وإلى الرئتين وهى تتكون من الشهيق Inspiration وهى حركة دخول الهواء من الرئتين والزفير Expiration وهى حركة خروج الهواء من الرئتين.

٢- تبادل الأكسچين وثانى أكسيد الكربون بين الرئتين والدم.

٣- نقل الأكسچين وثانى أكسيد الكربون بواسطة الدم.

٤- تبادل الغازات بين الدم والخلايا.

ويتطلب التنفس الخارجى التوافق بين وظيفة كل من الجهاز التنفسى والجهاز القلبى الوعائى.

التهوية الرئوية Ventilation

تعنى التهوية الرئوية حجم الهواء الذى يدخل ويخرج من الرئتين خلال دقيقة واحدة، ويتم ذلك من خلال عمليتى الشهيق Inspiration، الزفير Inhalation، ويقصد بحجم الهواء هنا ليس حجم كل من الزفير، بالإضافة إلى حجم الشهيق ولكن حجم إحداهما وغالبا ما يكون من حجم الزفير، وبذلك تعتبر التهوية الرئوية هى حجم هواء التنفس فى الدقيقة مضروبا فى عدد مرات التنفس فى الدقيقة، وتعتمد التهوية الرئوية على ثلاثة عوامل هى :

١- عمق التنفس (حجم هواء التنفس العادى) .

٢- معدل التنفس.

٣- حجم الفراغ الميت.

أحجام وسعات الرئة

Lung Volums and Capacities

بعكس قياس الأحجام الرئوية المختلفة مدى المقدرة على زيادة عمق التنفس، ويتم قياس هذه الأحجام بواسطة جهاز Spirometer، ويمكن تقسيم هذه الأحجام الثابتة Static lung Volumes والأحجام المتحركة Dynamic Lung Volumes.

التهوية الرئوية أثناء الراحة

توجد فروق فردية كبيرة فى حجم التهوية الرئوية أثناء الراحة وهو عادة يتراوح ما بين ٤-١٥ لترا / دقيقة، وترجع هذه الفروق إلى حجم الجسم، وإلى اختلاف حجم هواء التنفس العادى ومعدل التنفس، حيث يتراوح حجم هواء النفس العادى ما بين ٤٠٠-٦٠٠ ملليمتر، ومعدل التنفس يتراوح ما بين ١٠-٢٥ مرة فى الدقيقة وتنظم آليات التنفس الترابط بين حجم التنفس فى الدقيقة وبين معدله.

التهوية الرئوية أثناء التدريب

يزيد حجم هواء التنفس فى الدقيقة أثناء التدريب، وهو يعنى زيادة استهلاك الأكسچين، تكون زيادة عملية التهوية الرئوية هى بغرض التخلص من ثانى أكسيد الكربون أكثر منها للحصول على الأكسچين على الأقل تحت تأثير الحمل البدنى الأقصى، وفى الحقيقة فإن التهوية الرئوية تزيد بدرجة أكبر كثيرا من استهلاك الأكسچين، وهذا يؤكد لنا أن حجم هواء التنفس فى الدقيقة أو التهوية الرئوية لا يعتبر عاملا معوقا للحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين.

كما يلاحظ أن الشخص المدرب يستخدم تهوية رئوية أقل من غير المدرب عند أداء نفس الحمل البدنى وبنفس مستوى إنتاجية ثانى أكسيد الكربون، أى يتصف أداؤه بالاقتصادية من الناحية الفسيولوچية.

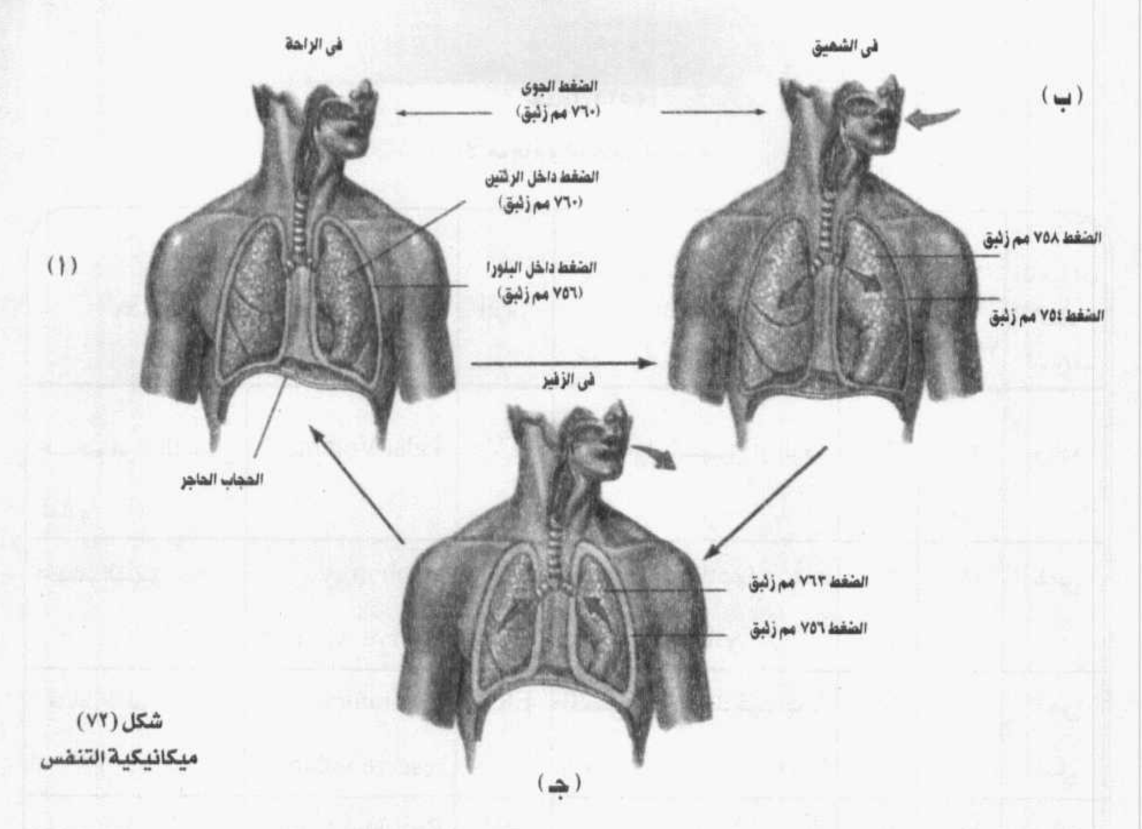
يمكن أن يصل الحد الأقصى للتهوية الرئوية Maximal Ventilation إلى مقادير عالية تصل إلى ١٨٠ لترا/ دقيقة للرجال و١٣٠ لترا/ دقيقة للسيدات، وهذا يعنى زيادة التهوية الرئوية ٢٥-٣٠ ضعف حجمها وقت الراحة، وتحدث هذه الزيادة عن طريق زيادة عمق حجم هواء النفس العادى ومعدل التنفس.

تغيرات التهوية الرئوية قبل التدريب

تزيد التهوية الرئوية فورا قبل بدء التدريب أو المنافسة، ولكن هذه الزيادة تحدث بسبب تنبيه قشرة المخ الناتج عن توقع أداء التدريب أو المنافسة.

جدول (٥٢)
الأحجام والسعات الرئوية

الأحجام والسعات الرئوية		الرمز	التعريف	الحجم (مل)		التغيرات أثناء التدريب
				رجال	سيدات	
حجم هواء التنفس العادى	Tidal Volume	TV	حجم هواء الشهيق أو الزفير مع كل مرة تنفس	٦٠٠	٥٠٠	زيادة
احتياط الشهيق	Inspiratory reserve volume	RV	أقصى حجم للشهيق بعد نهاية الشهيق العادى	٣٠٠٠	١٩٠٠	نقص
احتياط الزفير	Expiratory reserve volume	ERV	أقصى حجم للزفير بعد الزفير العادى	١٢٠٠	٨٠٠	نقص قليل
الحجم المتبقى	Residual volume	RV	الهواء المتبقى فى الرئتين بعد نهاية أقصى زفير	١٥٠٠	١٠٠٠	زيادة قليلة
سعة الرئة الكلية	Total lung capacity	TLC	حجم الهواء فى الرئتين بعد أقصى شهيق	٦٠٠٠	٤٢٠٠	نقص قليل
السعة الحيوية	Vital Capacity	VC	أقصى حجم لهواء الزفير بعد أقصى شهيق	٦٠٠٠	٤٦٠٠	نقص قليل
السعة الحيوية السريعة	Forced Vital Capacity	FVC	أقصى حجم لهواء الزفير بعد أقصى شهيق بأقصى سرعة	٤٨٠٠	٣٢٠٠	نقص قليل
السعة التنفسية	Inspiratory capacity	IC	أقصى حجم للشهيق من مستوى الزفير العادى فى الراحة	٣٦٠٠	٢٤٠٠	زيادة
السعة التنفسية الوظيفية	Functional residual capacity	FRC	حجم الهواء فى الرئتين عند مستوى الزفير العادى	٢٤٠٠	١٨٥٠	زيادة قليلة



شكل (٧٢)
ميكانيكية التنفس

تغيرات التهوية الرئوية أثناء التدريب

تحدث نوعية أساسية من التغيرات الأساسية فى التهوية الرئوية

١- تغيرات سريعة خلال عدة ثوان بعد بداية التدريب، ويرجع هذا التغير السريع إلى التنبيه العصبى الناتج عن مستقبلات المفاصل التى تتحرك أثناء العمل العضلى.

٢- سرعان ما يتغير الوضع من تلك التغيرات السريعة إلى تغيرات أكثر بطئا فى الحمل البدنى الأقل من الأقصى حتى يصل الفرد إلى الحالة الثابتة Steady State، وفى أثناء الحمل الأقصى لا تحدث الحالة الثابتة ولا تتوقف سرعة ارتفاع التهوية الرئوية وتستمر فى الزيادة، وترجع هذه التغيرات إلى التنبيه الكيميائى وبصفة أكثر من زيادة ثانى أكسيد الكربون فى الدم.

التغيرات أثناء الاستشفاء

هناك نوعان من التغيرات أثناء الاستشفاء أيضا هما:

١- النقص المفاجئ فى التهوية الرئوية بمجرد توقف التدريب، ويرجع ذلك إلى توقف النشاط الحركى، وبالتالى توقف التنبيه العصبى الناتج عن المستقبلات الحسية بالمفاصل والعضلات.

٢- بعد النقص المفاجئ فى التهوية الرئوية يتم نقص تدريجى، ويرتبط تدرج الانخفاض بدرجة شدة الحمل البدنى، فكلما ارتفعت شدة الحمل البدنى تطول فترة استشفاء التهوية الرئوية، وهذه التغيرات ترتبط إلى نقص التنبيه الناتج عن نقص إنتاج ثانى أكسيد الكربون.

جدول (٥٣)

تغيرات التهوية الرئوية قبل وأثناء وبعد التدريب

عن Fox et al., 1993

المراحل	التغيرات	التحكم
١ - قبل التدريب	زيادة معتدلة	قشرة المخ
٢ - أثناء التدريب أ - فورا ب- متأخرا	 زيادة سريعة حالة ثابتة أو ارتفاع ببطء	 العضلات والمفاصل كيميائى (ثانى أكسيد الكربون)
٣- الاستشفاء أ - فورا ب- متأخرا	 نقص سريع بطء فى نقص التهوية	 توقف النشاط الحركى نقص ثانى أكسيد الكربون

تكيفات التهوية الرئوية

Ventilatory Adaptations

يؤدى التدريب الهوائى إلى عدة تغيرات فسيولوچية أثناء أداء الحمل البدنى الأقصى والأقل من الأقصى .

الحمل البدنى الأقصى

تزيد التهوية الرئوية عند أداء الحمل البدنى الأقصى متوازنة مع زيادة الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين .

الحمل البدنى الأقل من الأقصى

يلاحظ بعد مرور ٤ أسابيع من التدريب حدوث انخفاض فى التهوية الرئوية عند أداء نفس الحمل البدنى الأقل من الأقصى، وهذا يعكس نقص استهلاك الأكسچين لأداء نفس هذا الحمل البدنى، ولهذا أهميته للاعبى التحمل :

١ - يقلل حدوث التعب للعضلات التهوية الرئوية .

٢- أى أكسچين يقل استخدامه لعضلات التنفس يمكن أن تستفيد به العضلات العاملة .

وتشير نتائج الدراسات أن الرياضيين المدربين يستطيعون امتصاص حجم أكبر من أكسچين الشهيق؛ ولذلك يخرج الزفير محتويا على ١٤-١٥٪ من الأكسچين .

بينما لدى غير الرياضيين يخرج هواء الزفير يحتوى على نسبة أكبر من الأكسچين تصل إلى ١٨٪ عند أداء نفس الحمل البدنى الأقل من

الأقصى، ومعنى هذا أن على الأفراد غير المدربين أداء تنفس أكثر أو تهوية رئوية أكثر للحصول على نفس القدر من الأكسچين الذى يحصل عليه المدربون بكمية أقل من التهوية الرئوية، وتتميز التهوية الرئوية بالتخصصية، بمعنى أنها ترتبط بنوعية النشاط البدنى التخصصى، حيث تزيد عند أداء الأحمال البدنية بالذراعين أكثر منها عند الأداء بالرجلين..

التهوية الرئوية والعتبة الفارقة اللاهوائية

Ventilation and Anaerobic Threshold

تعرف العتبة الفارقة اللاهوائية بأنها شدة الحمل البدنى أو استهلاك الأكسچين التى يتسارع عندها التمثيل الغذائى اللاهوائى (حينما تحدث تغيرات سريعة فى كل من حجم التهوية الرئوية وتجمع حامض اللاكتيك فى الدم.

وقد أصبحت العتبة الفارقة اللاهوائية تحدد بمؤشرات التهوية الرئوية وتجمع حامض اللاكتيك، حيث إن كلا المؤشرين يزيد مع زيادة شدة الحمل البدنى، ومن المعروف أن العمل البدنى اللاهوائى الذى يتم اعتمادا على عمليات الجلكزة اللاهوائية Glycoysis ينتج عنه زيادة فى تراكم حامض اللاكتيك فى العضلات والدم، ومن المعروف أن زيادة حامض اللاكتيك فى العضلة تعتبر أحد أسباب التعب العضلى، غير أن العتبة الفارقة اللاهوائية هنا تعنى شيئا آخر، ويتم تحديد العتبة الفارقة اللاهوائية عند مستوى معين من زيادة حامض اللاكتيك فى الدم إلى ٤ مللى مول / لتر دم، ويقاس ذلك بأن يقوم الفرد بأداء جهد بدنى معين على السير المتحرك، ويتم أخذ عينات دم منه وتحليلها، وفى نفس الوقت فإن زيادة الهدروچين فى الدم تؤدى إلى زيادة سريعة فى التهوية الرئوية، وهنا يحدث ارتفاع مفاجئ فى الخط البيانى الصاعد لزيادة التهوية الرئوية مع زيادة شدة الحمل البدنى.

زيادة التهوية الرئوية Hyperventilation

هى حالة زيادة التنفس عن طريق زيادة الشهيق والزفير، ومن خلال زيادة معدل التنفس وعمقه، وهذه الحالة يمكن أن تؤدى إلى القلونة التنفسية Respiratory Alkalosis كنتيجة لنقص ثانى أكسيد الكربون Hypocapnia فى الدم، وعادة ما تحدث زيادة طبيعية فى التهوية الرئوية أثناء التدريب لمقابلة احتياجات الطاقة والمحافظة على توتر ثانى أكسيد الكربون بالدم بينما زيادة التهوية الرئوية قد تحدث إما بطريقة إرادية أو غير إرادية كاستجابة للتوتر.

خطورة التهوية الزائدة

تؤدى التهوية الزائدة قبل كتم التنفس لمدة من الوقت مع زيادة فى انخفاض توتر فى أكسيد الكربون الجزئى، وتحدث هذه الحالة من الناحية العملية خلال تدريبات السباحة عندما يهدف السباحون إلى السباحة لمسافة طويلة تحت الماء، يتقدمون قبل الغوص تحت الماء بأخذ عدة مرات تنفس سريع أى بزيادة التهوية الرئوية، ونتيجة لذلك يحدث نقص فى الأكسچين Hypoxia، ويمكن أن تتطور إلى زيادة ثانى أكسيد الكربون Hypercapnia، وتؤدى تدريبات السباحة تحت الماء إلى زيادة كلتا الحالتين، وهنا تكمن خطورة وضع الفرد تحت تأثير نقص الأكسچين مع زيادة ثانى أكسيد الكربون فى الدم، وهذا أدى إلى حدوث حالات غرق لهؤلاء الأفراد (١٩٩٣ .(Fox et al.,

القياسات الديناميكية للرئتين

Dynamic lung Measures

لا تعتبر الأحجام والسعات الرئوية ثابتة الحجم مقياسا معبرا عن الكفاءة الوظيفية للرئتين بقدر ما هى مقياسا معبرا عن الخصائص المورفولوچية للجهاز التنفسى؛ لذلك تستخدم الاختبارات الوظيفية الديناميكية للرئتين بالرغم أيضا أنها تعتبر قياسات محدودة أيضا بالنسبة للرياضيين وإن كانت لها أهميتها بالنسبة للمرضى، وتعتمد هذه الاختبارات على عاملين هما حجم الهواء المتحرك فى كل تنفس وسرعة حركة هذا الهواء.

السعة الحيوية السريعة Forced Vital Capacity

يعتبر اختبار السعة الحيوية السريعة اختبارا مماثلا للاختبار العادى للسعة الحيوية، وإن كان يؤدى الزفير فيه بأقصى سرعة وقوة بعد أخذ أقصى شهيق، ومن خلال هذا الاختبار لا نحصل فقط على بيانات عن حجم السعة الحيوية، ولكن نحصل على سرعة سريان الهواء وعلى سبيل المثال.

السعة الحيوية السريعة فى الثانية الأولى (FEV_1)

توضح حجم الهواء الذى يتم إخراجه فى الثانية الواحدة كما يمكن الحصول على حجم الهواء الذى يمكن للرئتين إخراجه بين الثانية الأولى والثانية (FEV1,2) وبصفة عامة فإن حجم الهواء الذى يخرج من الرئتين خلال الثانية الأولى يساوى ٨٠-٨٣٪ من حجم السعة الحيوية السريعة كلها، فإذا كان هناك إعاقة فى الممرات الهوائية يمكن أن يصبح حجم الهواء هنا ٤٠٪ وحتى ٢٠٪ من الحجم الكلى للسعة الحيوية السريعة.

التهوية الرئوية القصوى

voltury Ventilation Maximum

يقصد بالتهوية الرئوية الإرادية القصوى أقصى حجم هواء يمكن أن يتنفسه الفرد فى الدقيقة الواحدة، ويعتمد ذلك على عدة عوامل منها تشريح الجهاز التنفسى وعضلات التنفس والتحكم بها، والمقاومة فى الرئتين، ويتم قياس التهوية الرئوية الإرادية القصوى لفترة ١٢-١٥ ثانية ثم تحول إلى عدد اللترات فى الدقيقة، كمثال إذا ما تم تسجيل حجم هواء التهوية الرئوية لمدة ١٢ ثانية يتم ضرب هذا الرقم فى ٥ (١٢ ثانية × ٥ = ٦٠ ثانية) وتكون النتيجة باللتر فى الدقيقة.

ألم الجانب Stitch in the Side

يعتبر ظاهرة يتعرض لها معظم الرياضيين وخاصة من يبدءون التدريب بعد فترة انقطاع طويلة وتوصف عادة بأنها عبارة عن ألم حاد فى الجانب أو القفص الصدرى، وعادة ما يتعرض لهذه الحالة متسابقى الجرى والسباحة، وتختلف درجة الشعور بالألم من رياضى لآخر، حيث قد يضطر البعض إلى تخفيض سرعة الأداء أو التوقف عن الاستمرار فى العمل البدنى وحتى الآن لا يعرف السبب الرئيسى لهذه الحالة وإن كان يتسبب إلى نقص الأكسچين (هيبوكسبا أو أنوكسبا) بعضلات التنفس وخاصة الحجاب الحاجز Diaphragm وعضلات ما بين الأضلاع الداخلية Inter costal muscles نتيجة عدم كفاية الدم الوارد لها.

الزفير المكتوم Valsalva Maneuver

حاولنا إطلاق مصطلح الزفير المكتوم على

الحالة التى تسمى Valsalva Maneuver نظرا لكون هذه التسمية تنطبق تماما على ما يحدث، حيث يحاول الرياضى إخراج الزفير فى الوقت الذى تكون فيه الممرات الهوائية لإخراج الزفير مغلقة.

يقل الضغط الداخلى للرتتين أثناء التنفس الهادئ عن الضغط الجوى بمقدار ٢-٣ مم زئبق وذلك أثناء الشهيق، ويزيد بنفس المقدار عن ضغط الهواء الجوى أثناء الزفير، وفى حالة إغلاق فتحة المزمار Glottis بعد الشهيق الكامل ومع عمل عضلات الزفير بأقصى قوة لها يرتفع ضغط الزفير بدرجة كبيرة عن ضغط الهواء الجوى بأكثر من ١٥٠ مم زئبق، ويطلق على قوة ضغط الزفير ضد الممرات الهوائية المغلقة Valsalva Maneuver، وعادة ما تحدث هذه الحالة لدى الرباعيين فى رياضة رفع الأثقال وغيرها أيضا من الأنشطة الرياضية التى تتطلب أداء عمل عضلى قوى فى أقصر زمن ممكن مثل دفع الجلة أو القرص.

عند حدوث هذه الظاهرة عند بداية حمل ثقل يرتفع ضغط الدم مع زيادة الضغط داخل التجويف الصدرى لينـدفع الدم من القلب إلى الشرايين، ونظرا لأن ضغط الدم فى الأوردة أقل نسبيا تضغط الأوردة، وبالتالى تقل عودة الدم الوريدى إلى القلب ونتيجة لذلك ينخفض الدم الشريانى ويقل الدم عن المخ مما يسبب ظهور نقاط سوداء أمام العينين والشعور بالدوار والإغماء وعندما تفتح الممرات الهوائية يعود سريان الدم الطبيعى ويرتفع الضغط داخل القفص الصدرى.

الربو بسبب التدريب Exercise Induced Asthma

يعتبر الربو من الأمراض التى يحدث خلاله ضيق فى الممرات الهوائية ويسمى «التقلص الشعبى» Branchospasm وينتج عن هذا الضيق فى الممرات الهوائية زيادة فى سرعة التنفس وقصره، ويطلق على هذه الحالة ضيق التنفس Dyspnea، وهناك أسباب كثيرة لحدوث الربو.

يشعر بعض المرضى بضيق التنفس أثناء أو بعد التدريب مباشرة بفترة تتراوح ما بين ٥-١٥ دقيقة (المرحلة المبكرة) أو بعد ٤-٦ ساعات (المرحلة المتأخرة).

وهذا النوع يسمى «الربو بسبب التدريب» وحينما يشعر الفرد بأزمة الربو أثناء التدريب يصبح التنفس غير طبيعى ذو صوت يشبه الصفير وخاصة خلال الزفير، وإذا كانت الأزمة شديدة لا يستطيع الفرد استكمال التدريب حتى ولو كانت شدة التدريب منخفضة، حيث إن ضيق التنفس يصاحبه زيادة التنفس، وهذه الحالة تحدث لدى بعض الرياضيين، ويذكر بورز وهولى Powers and Howley ١٩٩٦ أن نسبة ٦١٪ من أعضاء الفرق الأولمبية الأمريكية عام ١٩٨٤ الذين لديهم الربو بسبب التدريب حصلوا على ميداليات، وتشير بعض الدراسات المقارنة للرياضيين بالدورة الأولمبية ١٩٨٨ أنه لا يوجد فرق فى نسبة الحاصلين على الميداليات بين الرياضيين الذين لديهم حالة الربو بسبب التدريب وغيرهم ممن ليس لديهم هذه الحالة.

وقد لوحظ أن حالة الربو بسبب التدريب تحدث بسبب الهواء البارد وانخفاض الضغط الجزئى لثانى أكسيد الكربون والقلونة التنفسية وبعض خصائص شدة ودوام حمل التدريب ودرجة حرارة هواء الشهيق ونسبة الرطوبة به، وتحدث أزمة الربو بسبب التدريب فى الجرى أكثر

من السباحة كما تحدث فى الأنشطة ذات فترة الدوام الطويل عن الأنشطة ذات الدوام القصير، ويساعد التسخين الجيد على تجنب حدوث هذه الأزمة، ويجب على المصابين بهذه الأزمة استشارة الطبيب لوصف العلاج اللازم قبل المشاركة فى الأنشطة البدنية، وتعتبر السباحة من أفضل الأنشطة البدنية لمثل هذه الحالات، كما يمكن استخدام القناع عند التدريب فى الجو البارد.

عضلات الشهيق Muscles of Inspiration

عند التسخين أثناء الراحة يزيد حجم التجويف الصدرى طوليا بواسطة انقباض عضلة الحجاب الحاجز وعضلات ما بين الأضلاع الخارجية، فى أثناء الزفير تكون عضلة الحجاب الحاجز على شكل قبة وتغذى عصبيا بواسطة العصب الحجابى Phrenic Nerves وعند استثارة هذه الأعصاب أثناء الشهيق تؤدى إلى انقباض الحجاب الحاجز أو تسطحه، والحجاب الحاجز يفصل ما بين القفص الصدرى والتجويف البطنى ويزيد القطر الطويلى للتجويف الصدرى عند تسطح عضلة الحجاب الحاجز، ويحدث انقباض الحجاب الحاجز خلال ربع أو ثلاثة أرباع حجم هواء التنفس، وتقع عضلات ما بين الأضلاع الداخلية The Intercostal Muscle بين الأضلاع من الداخل وتقع عضلات ما بين الأضلاع الخارجية خارج الأضلاع، وحينما تنقبض هذه العضلات تحمل وتدير الأضلاع لأعلى وللخارج وهذا يزيد من حجم التجويف الصدرى.

عند أداء التدريب يصل حجم هواء الشهيق إلى أقصى حجم له من ٥٠٠ ملليلتر فى الراحة إلى ٢ لتر أو أكثر أثناء الحمل البدنى، ويتم ذلك عن طريق انقباض العضلات الإضافية للشهيق Accessory inspiratory muscles.

وكمثال فإن انقباض العضلة الأخمعية Scalene Muscles يرفع أول ضلعين وانقباض العضلة القصية الترقوية الخشائية Sternocleidomastoid muscles يرفع مقدمة القص Sternum وعند أداء الحمل الأقصى تشارك أيضا العضلات الباسطة والمربعة المنحرفة Trapezius and Extensors للرقبة والظهر لتسهيل عملية الشهيق.

عضلات الزفير Muscles of Expiration

أثناء الراحة ترتخى عضلات الحجاب الحاجز وعضلات ما بين الأضلاع الخارجية وبذلك يعود التجويف الصدرى إلى حجمه الأصلى، وبمعنى آخر يعتبر الزفير عملية سالبة وغير معتمدة على عضلات الزفير، ويرجع ذلك إلى أنه أثناء الشهيق تحدث عملية مط للأنسجة المطاطة بالرئة مثل الأنسجة الضامة والغضاريف والعضلات وكذلك جدار القفص الصدرى ولذلك فإن الزفير يحدث نتيجة ارتخاء هذه المطاطية.

يزيد نشاط عملية الزفير أثناء التدريب بفعل عضلات الزفير، وأهمها عضلات البطن وهذه الانقباضات إلى جانب ثنى الجذع تخفض من الأضلاع ويزيد الضغط داخل البطن ليدفع الحجاب الحاجز لأعلى فى اتجاه التجويف الصدرى، وتعتبر العضلات ما بين الأضلاع الداخلية أيضا من عضلات الزفير وتعمل أليافها عكس عمل العضلات ما بين الأضلاع الخارجية وعندما تنشط فإنها تحرك الأضلاع لأسفل

وتقربهم بعضهم إلى بعض، وكل هذه العمليات تؤدى إلى نقص حجم التجويف الصدرى.

عضلات التنفس والتدريب

نظرا لكون عضلات التنفس هى عضلات هيكلية فيمكن زيادة قوتها وتحملها بواسطة برامج التدريب وهذه حقيقة وخاصة إذا ما ركزت برامج التدريب على تنمية هذه العضلات من ناحية القوة والتحمل لما لهما من أهمية فى التحكم فى التهوية الرئوية، كما يلاحظ فى انخفاض التهوية الرئوية للرياضيين المدربين مقارنة بغير المدربين، كما القوة والتحمل لعضلات التنفس لها علاقة بالأحجام والسعات الرئوية.

جدول (٥٤)

عمل العضلات الرئيسية للتنفس أثناء الراحة والتدريب

عن Fox et al., 1993

مراحل التنفس	العضلات العاملة	الوظيفة	عمل العضلات أثناء التدريب
الشهيق	الحجاب الحاجز عضلات مابين الأضلاع الخارجية	تسطح رفع الأضلاع رفع أول وثانى ضلع رفع القص	الحجاب الحاجز عضلات ما بين الأضلاع الخارجية لعضلة الأخمعية العضلة القصبة الترقوية الخشائية
الزفير	لا توجد	خفض الأضلاع ورفع الحجاب الحاجز إلى أعلى	عضلات ما بين الأضلاع الداخلية البطن

تكلفة الأكسجين للتهوية الرئوية Oxygen Cost

فى أثناء الراحة لا تتطلب عضلات التنفس حجما من الأكسجين أكثر من ١-٢٪ من حجم الأكسجين الكلى للجسم، ويرجع ذلك إلى الأحجام القليلة للهواء، وكذلك عدم حاجة عضلات الزفير إلى الأكسجين نظرا لأداء الزفير سالبا، ولكن أثناء التدريب يزيد حجم هواء التنفس وكذلك معدل التنفس، وكذلك تشارك عضلات كثيرة فى تسهيل عملية التنفس، وبالتالى تزيد حاجة التهوية الرئوية إلى الأكسجين، ويمكن أن يصل حجم الأكسجين الذى تحتاجه عضلات التنفس أثناء التدريب إلى

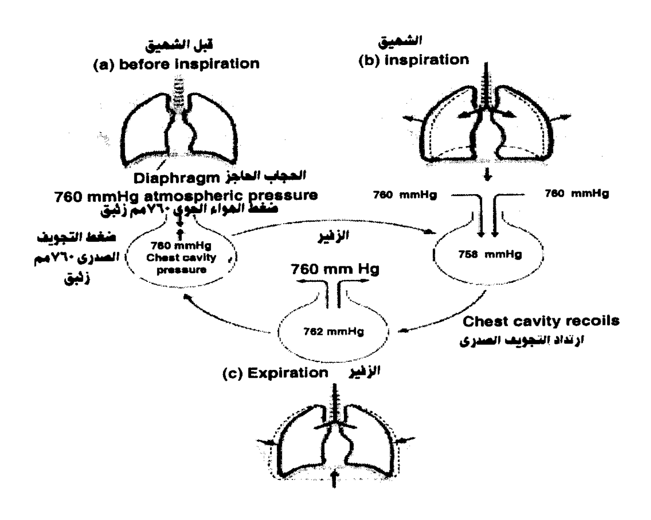
نسـبة ٨-١٠٪ من الأكـسـجين الكلى للجـسـم، ويرى البعض أن زيادة اسـتهلاك الأكـسـجين التى تأتى بعد وصـول التهوية الـرئوية إلى ١٢٠ لترا/ دقيقة تستخدم ليس للجسم كله ولكن هذه الزيادة توجه إلى عـضلات التنفس وحـدها، فيـما يرى البـعض الآخـر أن هذا حـقا ولكـن يربطون بينه وبين الدفع القلبى (حجم الدم الذى يدفعه القلب فى الدقيـقة) بمعنى أن كل الأكـسـجين الذى يزيد اسـتهـلاكـه بعد وصـول الدفع القلبى إلى الحـد الأقصى يذهب إلى عضلات التنفس.

وبالطبع يتميز الأفراد المدربون بالقدرة على الاقـتصـاد فى مـتطلبات عـضـلات التنفس من الأكـسـجين وإنتاج أكبر قـدر من العمل عند نفس المستوى من التهوية الرئويـة مقارنة بغير المدربين، وتزيد الحـاجة إلى زيادة عـمل عضـلات التنفس لدى المدخنين.

تنظيم التهوية الرئوية

Regulation of Pulmonary Ventilation

يتم ضـبط عـمق التنفس ومعدله طـبقـا لمتطلبات التمثيل الغـذائى، ففى الأفراد الأصحاء تتحكم شدة الحمل البـدنى فى تنظيم ضغط الغاز الشريانى للأكسجين وثـانى أكسيد الكربون و pH ويتم التحكم فى التهوية الرئوية عن طريق عصبى وآخر هرمونى.

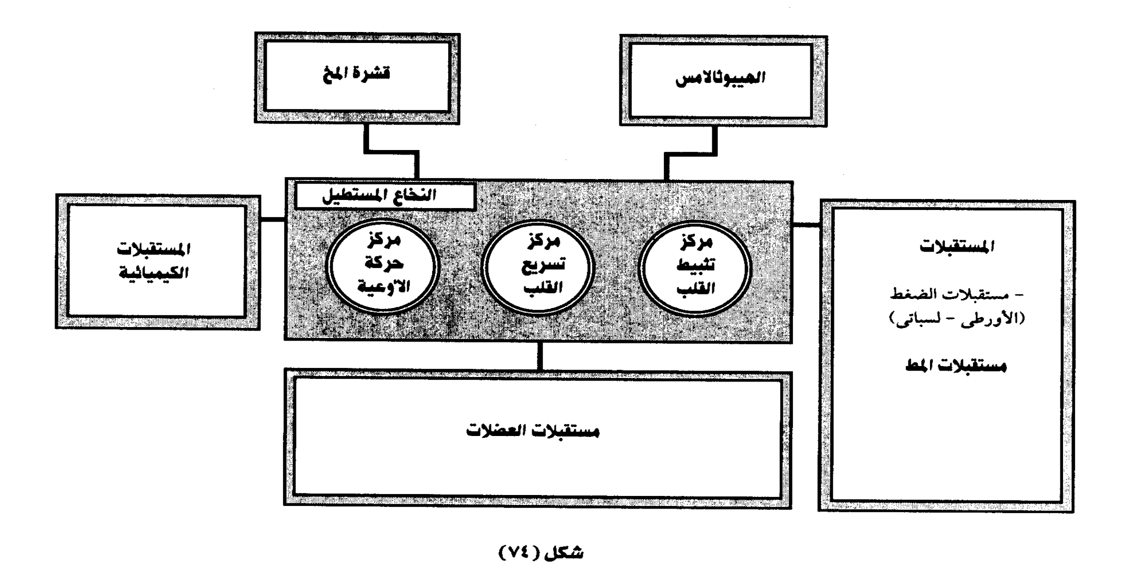


شكل (٧٣)
تأثير اختلاف ضغط الهواء على التهوية الرئوية

العوامل العصبية Neural Factors

تأتى الدورة التنفسية كنتيجة لطبيعة النشاط الآلى للخلايا العصبية لـلشهيق التى توجد أجسام خلاياها فى الجزء الأوسط من النخاع Medulla، حيث تقوم هذه الخـلايا العصبية الحركـية بتنشيط عضلة الحجاب الحاجز وعضلات ما بين الأضلاع

الداخليـة وبذلك تنتـفخ الرئتـان بالهـواء وتقـوم الخلايا العـصبية للشـهيق بعملية إشـعال Firing نظرا لتأثرها الذاتى بواسطة تأثير الخلايـا العصبية الحركية للزفيـر التى تقع أيضا فى النخاع المستطيل Medulla، حيث إنه بمجرد انتفاخ الرئة تقوم نمط المستـقبلات الحـسية فى النسـيج الرئوى لتنبيهـها وخاصـة التى فى الشعبـيات، وهذه المستقـبلات تعمل لتثبيط الشهيق وتنبه الزفير.



شكل (٧٤)

التحكم فى التهوية الرئوية

عندمـا ترتخى عضـلات الشـهيق يحـدث الزفـير بواسطة عـودة النسـيج الذى مط فى الرئة إلى حـجمـه والأضلاع الـتى ارتفعت ويحـدث تنشيط الخلايا العصبية للزفير والعضلات المصاحبة له فى تزامن واحد مع المرحلة السالبة.

وعندمـا يتم الزفـير يبـدأ مـركز الـشهـيق تدريجيـا فى التخلص من التـثبيط ويصـبح نشطا مرة أخـرى، غيـر أن هذا النشاط العـادى لتنظيم التنفس فى الراحـة لا يسـتطيع أن يفى بحـاجـة التمـثيل الغذائى أثناء التـدريب، حيث تلعب هنا مناطق أخـرى بالمخ دورها فى التحكم فـى شدة ودوام دوره الشهيق، وهذه المنـاطق تشمل الخلايا العـصبيـة الحـركـيـة فى نصف المخ Cerebral Hemispheres والقنطرة Pons وغيرها، وكـمثال فإن تنـشيط مركـز الشهـيق ينبه منطقـة والقنطرة Pons وخاصة خلال التنفس أثناء الجهد.

تقوم القنطرة Pons بدورها بإخراج إشارات منبهة إلى مركز الزفـير والتى تسرع بمرحلة الزفير للدورة التنفسية .

العوامل السائلة Humoral Factors

تنظم التهوية الرئوية فى حـالة الراحة غالبا

بواسطة الحالة الكيميائية للدم، مثل تغيرات الضغط الجزئى للأكسچين وثانى أكسيد الكربون ودرجة الحمضنة ودرجة الحرارة التى تنشط الوحدات العصبية الحساسة فى النخاع Medulla والشرايين لضبط التهوية الرئوية للحفاظ على كيميائية الدم الشريانى فى أضيق الحدود.

الضغط الجزئى للأكسچين والمستقبلات الكيميائية

يؤدى استنشاق خليط من الغازات يحتوى على ٨٠٪ منه أكسچين إلى زيادة الضغط الجزئى للأكسچين بدرجة كبيرة ويؤدى إلى نقص التهوية الرئوية بمقدار ٢٠٪، وعلى العكس من ذلك فإنه إذا ما قل تركيز الأكسچين فى هواء الشهيق يزيد حجم التهوية الرئوية فى الدقيقة وخاصة إذا ما انخفض الضغط الجزئى فى الدم أقل من ٦٠ مم زئبق، حيث إن انخفاض الضغط الجزئى للأكسچين أقل من ٦٠ مم زئبق يؤدى إلى هبوط كبير فى تشبع الهيموجلوبين بالأكسچين.

لا تؤدى الحساسية بنقص ضغط الأكسچين إلى رفع نشاط مركز التنفس، ولكنها تزيد من تنبيه المستقبلات الكيميائية الطرفية، وهى تقع فى قوس الشريان الأورطى وعند تفرع الشريان السباتى Carotid إلى جانب التنبيه المضاد لنقص ضغط الأكسچين الجزئى، تعمل أيضا المستقبلات الكيميائية الطرفية لتنبيه التهوية الرئوية استجابة لزيادة ثانى أكسيد الكربون ودرجة الحرارة والحمضية الناتجة عن التمثيل الغذائى وانخفاض ضغط الدم .

ضغط ثانى أكسيد الكربون الجزئى فى البلازما وتركيز الهدروچين

يعتبر المنبه التنفسى الرئيسى أثناء الراحة هو ضغط ثانى أكسيد الكربون الجزئى فى بلازما الشريان، حيث إن أى زيادة قليلة فى ضغط ثانى أكسيد الكربون الجزئى فى هواء الشهيق تؤدى إلى زيادة كبيرة فى التهوية الرئوية فى الدقيقة، وتتضاعف التهوية الرئوية إذا ما زاد ضغط ثانى أكسيد الكربون الجزئى فى الشهيق بمقدار ١,٧ مم زئبق.

لا يرتبط تنظيم التهوية الرئوية بواسطة الضغط الجزئى لثانى أكسيد الكربون بجزئى ثانى أكسيد الكربون أكثر من ارتباطها بحمضنة البلازما التى تختلف مباشرة مع محتوى ثانى أكسيد الكربون بالدم، والتى تؤدى إلى تحلل حامض الكربونيك بسرعة إلى أيونات البيكربونات وأيونات الهدروچين ويؤدى زيادة أيونات الهدروچين وخاصة فى سوائل المخ والنخاع الشوكى Cerebrospinal Fluid الذى يغطى منطقة التنفس إلى تنبيه نشاط الشهيق، وعند زيادة التهوية الرئوية يتم التخلص من ثانى أكسيد الكربون، وهذا يخفض من تركيز الهدروچين فى الدم الشريانى.

تبادل الغاز Gas Exchange

يعرف تبادل الغاز بأنه العملية التى يتم خلالها تبادل الغاز بين الحويصلة الرئوية والشعيرة الدموية Alveolar capillary وبين غشاء النسيج والضفيرة الدموية Tissue Capillary Membranes حيث تميل الغازات إلى الانتقال من المناطق الأعلى تركيزا إلى الأقل تركيزا.

يعتمد إمداد الجسم بالأكسچين على تركيز الأكسچين وقوة ضغطه فى الهواء ويظل تركيب الهواء ثابتا حيث يبلغ حجم الأكسچين به ٢٠,٩٣٪ والنتروچين ٧٩,٠٤٪ وثانى أكسيد

الكربون ٠,٠٣٪ ويوجد عادة كمية صغيرة من بخار الماء، وتتحرك جزئيات الغازات بسرعة وتشكل ضغطا على أعلى سطح تتصل به وتبلغ قوة ضغط جزئيات الهواء عند سطح البحر ٧٦٠ ملليمترا، أى قوة رفع عمود من الزئبق ٧٦٠ ملليمترا (٢,٩٩ بوصة) ويتغير هذا الرقم تبعا لتغيرات الجو ويكون عادة أقل فى المرتفعات، ولكل غاز ضغطه الجزئى الخاص به ضمن الضغط العام للهواء ويسمى الضغط الجزئى Partial Pressure، ويوضح الجدول التالى الحجم والنسب المئوية والضغط الجزئى للغازات فى حالة الجو الجاف عند مستوى سطح المر.

جدول (٥٥)

مكونات غازات الهواء ونسبتها المئوية والضغط الجزئى وحجم الغازات

الغاز	٪	الضغط الجزئى (عند ٧٦٠ مم زئبق)	حجم الغاز مللى لتر
الأكسجين	٢٠,٩٣	٢٠,٩٣	٢٩,٣
ثانى أكسيد الكربون	٠,٠٣	٠,٠٣	٠,٤
النتروجين	٧٩٠,٧	٧٩٠,٧	٧٩٠

تبادل الغازات بين الحويصلات الرئوية والدم

تبدأ هذه العملية بعد عملية التبادل الأولى بين الحويصلات والهواء الجوى حيث ينتقل أكسجين الحويصلات إلى الدم وانتقال ثانى أكسيد الكربون من الدم إلى الحويصلات، ويلاحظ أن هواء الحويصلات يحتوى على كمية أكسجين أقل مع كمية ثانى أكسيد الكربون بنسبة أكبر بالمقارنة بالهواء الجوى.

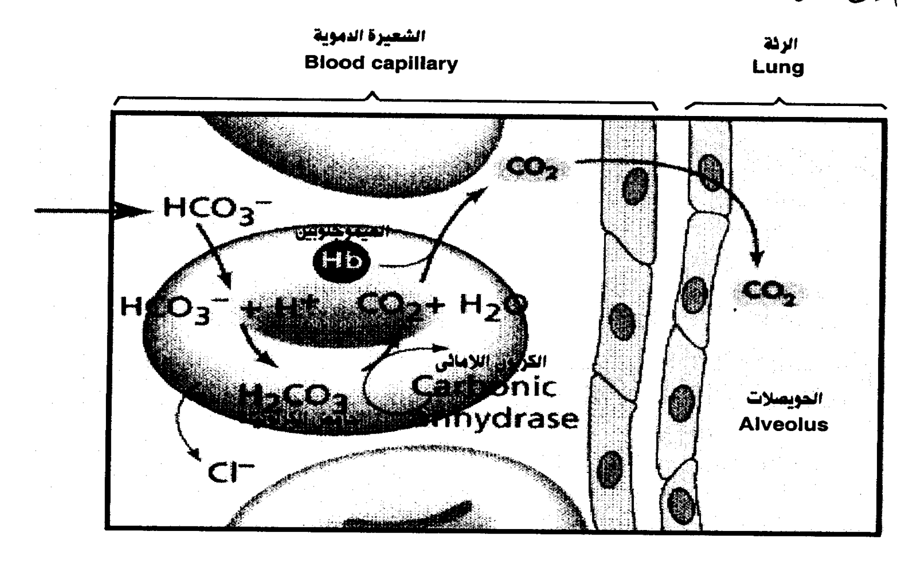
شكل (٧٥)
تبادل الغازات بين الحويصلات والدم

جدول (٥٦)

النسب المئوية لمكونات حجم الهواء خلال الشهيق والزفير والحويصلات

هواء	الأكسچين	ثانى أكسيد الكربون	النتروچين
الشهيق	٢٠,٩٤	٠,٠٣	٧٩,٠٣
الزفير	١٦,٣٠	٤,٠٠	٧٩,٧٠
الحويصلات	١٤,٤٠	٥,٦٠	٨٠,٠٠

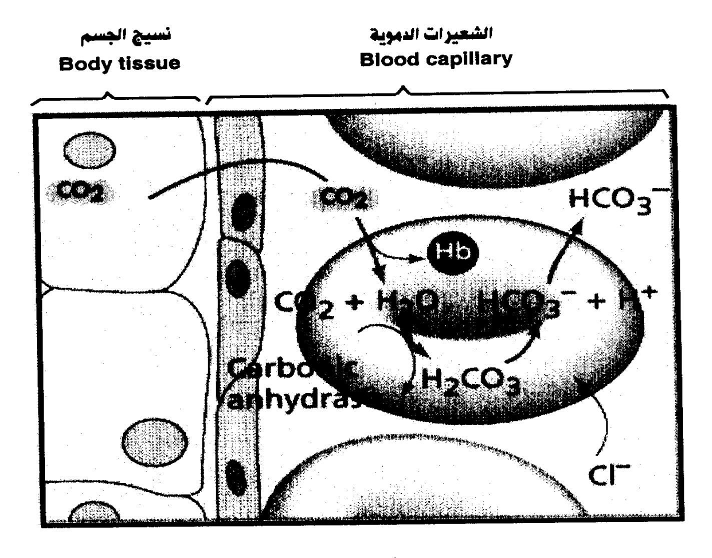
ويلاحظ أن هواء الحويصلات يحتوى على أقل نسبة من الأكسچين نتيجة انتقال الأكسچين إلى الدم مع زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون نتيجة انتقاله من الدم إلى الحويصلات، بينما يزيد هواء الزفير فى نسبة الأكسچين ويقل فى نسبة ثانى أكسيد الكربون بالمقارنة بهواء الحويصلات نتيجة لاختلاطه بهواء الممرات الهوائية.



شكل (٧٦)

انتقال ثانى أكسيد الكربون من الدم إلى الحويصلات

وتتم عملية تبادل الغازات بين الحويصلات والدم نتيجة لاختلاف الضغط الجزئى للغازات عن توترها فى الأنسجة، حيث ينتقل الغاز من الجانب الأعلى ضغطا إلى الجانب الأقل ضغطا، وبناء على ذلك فإن ضغط الأكسجين فى الحويصلات يبلغ حوالى ١٠٢ مم زئبق، بينما يبلغ توتر الأكسجين فى الدم حوالى ٤٠ مم زئبق، والعكس بالنسبة لثانى أكسيد الكربون حيث يزيد توتره فى الدم (٤٧ مم زئبق)، بينما يقل فى الحويصلات حيث يبلغ حوالى ٤٠ مم زئبق، وهذا بدوره يسمح بانتقال الأكسجين من الحويصلات إلى الدم وانتقال ثانى أكسيد الكربون من الدم إلى الحويصلات.



شكل (٧٧)
انتقال ثانى أكسيد الكربون من الأنسجة إلى الدم

وهناك عوامل كثيرة مختلفة لها تأثيرها على عملية تبادل الغازات ويزيد تأثيرها على الأكسجين بصفة خاصة، حيث يؤثر سمك جدار الحويصلات ومدى إمداد النسيج الرئوى بالدم، وكذلك النشاط البدنى وتغيير أوضاع الجسم، ولا توجد صعوبة بالنسبة لانتقال ثانى أكسيد الكربون من الدم إلى الحويصلات، وتتحدد سرعة سريان الدم بمدى سعة الشعيرات الدموية، فإذا كانت هذه الشعيرات متسعة بدرجة كبيرة، فإن ذلك يزيد من سرعة سريان الدم بدرجة كبيرة لا تسمح بتوفير الوقت الكافى لتبادل الغازات، وفى هذه الحالة يخرج الدم من الشعيرات الدموية مع انخفاض الأكسجين.

تبادل الغازات بين الدم والأنسجة

تشتمل عملية تبادل الغازات بين الدم والأنسجة على عمليتين: إحداهما تتم عن طريق انتقال الأكسجين من الدم إلى الأنسجة، والأخرى عن طريق انتقال ثانى أكسيد الكربون من الأنسجة إلى الدم الذى يقوم بنقله إلى الرئتين للتخلص منه ويساعد على إتمام تبادل الغازات اختلاف توتر الغازات فى كل من الدم والأنسجة بحيث ينتقل الغاز من حيث الضغط الأعلى إلى حيث الضغط الأقل.

انتقال الأكسجين من الدم إلى الأنسجة

تتم عملية تبادل الغازات بين الدم والأنسجة بفضل اختلاف التوتر الجزئى للغازات فى كل منهما «ضغط الغازات» حيث يقل توتر الأكسجين فى الأنسجة عنه فى الدم، وقد يصل إلى مستوى الصفر، بينما يأتى الدم الشريانى إلى الأنسجة يحمل الأكسجين ذا التوتر العالى، وبذا ينتقل الأكسجين من الدم إلى الأنسجة، وعادة لا تخلو الشعيرات الدموية تماما من كل الأكسجين الذى تحمله، وعلى سبيل المثال إذا كان الدم فى الشريان يحتوى على ١٩ ملليلترا أكسجين٪ فإن الدم الوريدى يحتوى على حوالى ١١ ملليلترا أكسجين٪ والفرق بين الاثنين يرجع إلى ما استهلكته الأنسجة من الأكسجين مما يقلل حجمه فى الأوردة عنه فى الشرايين ويسمى هذا الفرق (فرق الأكسجين الشريانى الوريدى)، وهذا الفرق يعتبر أهم الصفات الوظيفية التنفسية التى يقوم بها الدم حتى يعتبر هذا الفرق هو كمية الأكسجين التى توفرها كل ١٠٠ ملليلتر من الدم للأنسجة، ويسمى هذا الفرق أيضا معدل استهلاك الأكسجين ويحسب كالآتى:

معدل استهلاك الأكسجين =

$$\frac{\text{فرق الأكسجين الشريانى الوريدى}}{\text{محتوى الأكسجين الوريدى}} \times ١٠٠$$

ويبلغ معدل استهلاك الأكسجين عادة ٣٠-٤٠٪، وعند أداء النشاط البدنى يقل محتوى الدم الوريدى من الأكسجين نتيجة زيادة استهلاك الأكسجين فى الأنسجة، ويبلغ حوالى ٨٪ (بدلا من ١١٪ أثناء الراحة) وبذلك يمكن أن يصل معدل استهلاك الأكسجين فى الأنسجة إلى أكثر من ٥٠-٦٠٪.

ويعتبر الميوجلوبين الموجود داخل العضلة عاملا هاما لتوفير الأكسجين للعضلات العاملة حيث يستطيع الاتحاد مع ١-١,٥ لتر أكسجين علاوة على ذلك. ويعتبر اتحاد الهيموجلوبين بالأكسجين أكثر ثباتا حيث لا يعطى دائما الأكسوهيموجلوبين ما به من الأكسجين.

انتقال ثانى أكسيد الكربون من الأنسجة إلى الدم

يزيد ثانى أكسيد الكربون فى الأنسجة عنه فى الدم، حيث يبلغ حوالى ٥٠-٦٠ مم زئبق أو أكثر، وبذا ينتقل ثانى أكسيد الكربون من الأنسجة إلى سائل ما بين الأنسجة حيث يكون توتره أقل من ٤٦ مم زئبق، ثم ينتقل من سائل ما بين الأنسجة إلى الدم، ويساعد ارتفاع توتر ثانى أكسيد الكربون فى الأنسجة، وكذلك زيادة اتجاهها إلى الحمضية على توفير انتقال الأكسجين من الدم إلى الأنسجة.

نقل الأكسچين وثانى أكسيد الكربون

Oxygen and Carbon Dioxide Transport

نقل الأكسچين فى الدم

يحمل الأكسچين فى الدم بطريقتين:

١- من خلال محلول فيزيائى Physical Solution الأكسچين الذائب فى الجزء السائل من الدم.

٢- من خلال الاتحاد مع الهيموجلوبين.

يبلغ الضغط الجزئى للأكسچين فى الحويصلة حوالى ١٠٠ مم زئبق، ويذوب فى كل ١٠٠ ملليلتر من بلازما الدم حوالى ٠,٣ ملليلتر أكسچين بمعنى ٣ ملليلترات من الأكسچين لكل لترات من البلازما، أى ١٥ ملليلترا أكسچين فى حجم الدم الكلى بالجسم الذى يبلغ ٥ لترات (٣ ملليلتر × ٥) وهذه الكمية تكفى للمحافظة على الحياة لمدة ٤ ثوان فقط.

وإذا اعتمد الفرد على الأكسچين الذائب وحده للحياة يحتاج الفرد بناء ذلك إلى مرور ٨٠ لترا دما فى الدورة الدموية فى الدقيقة الواحدة لكى تتوافر للأنسجة حاجتها من الأكسچين فى حالة الراحة، ولكن هذه الكمية القليلة من الأكسچين الذائبة فى الدم لها وظائف أخرى، فهى تساعد على تشكيل الضغط الجزئى للأكسچين فى الدم وسوائل الأنسجة، وهذا الضغط الجزئى يلعب دورا هاما فى تنظيم التنفس، كما أنه أيضا يحدد مدى إمكانية تحميل الهيموجلوبين بالأكسچين فى الرئتين وبالتالى عدم تحميله فى الأنسجة.

اتحاد الأكسچين مع الهيموجلوبين

يتكون الهيموجلوبين من الحديد والبروتين، وهو يوجد فى الدم فى داخل خلايا الدم الحمراء، ويقوم بوظيفة فى حمل الأكسچين وبذلك يزيد عن الأكسچين الذائب بمقدار ٦٥-٧٠ مرة، ويصبح نصيب لتر الدم من الأكسچين ١٩٧ ملليلترا أكسچينا، وتبلغ نسبة تركيز الهيموجلوبين لدى الرجل ١٥-١٦ جراما فى كل ١٠٠ ملليلتر دم، ويقل ذلك بمقدار ٥-١٠٪ للسيدات وبمتوسط ١٤ جراما لكل ١٠٠ ملليلتر دم، وقد يرجع إلى ذلك الفرق إلى انخفاض القدرة الهوائية لدى المرأة مقارنة بالرجل، ويمكن لكل جرام الهيموجلوبين أن يتحد مع ١,٣٤ ملليلتر أكسچين وبذلك يمكن حساب «سعة حمل الأكسچين بالدم» Oxygen - Carring capacity عن طريق سعة الدم الأكسچينية Blood Oxygen Capacity.

كمية الهيموجلوبين لكل ١٠٠ ملليلتر دم × سعة الهيموجلوبين لحمل الأكسچين وهى تبلغ فى المتوسط حوالى ٢٠ ملليلترا أكسچينا يحملها الهيموجلوبين الموجود فى كل ١٠٠ ملليلتر دم إذا ما تم تشبع كل الهيموجلوبين بالدم، ويحدث ذلك عندما يتحول كل الهيموجلوبين إلى أوكسى هيموجلوبين Oxyhemoglobin.

الميوجلوبين Myoglobin

يعتبر الميوجلوبين هو مخزن الأكسچين بالعضلة، وهو عبارة عن اتحاد مابين الحديد والبروتين ويوجد فى العضلات الهيكلية وعضلة القلب، وهو يشبه الهيموجلوبين نظرا لأنه أيضا يتحد مع الأكسچين ولكن كل جزىء ميوجلوبين يحتوى على ذرة حديد واحدة على عكس

الهيـمـوجلوبيـن الذى يحتـوى على ٤ ذرات ويضيـف الميوجـلوبين الأكسـچين إلى العـضلة، حيث يقوم بمهمة نقل الأكسچين إلى الميتوكوندريا بالعضلة، وتحـتوى الألياف العضلية البـطيئة على كميـات أكثر من الميوجلوبين؛ ولذلك فـهى أكثر سـعة لإنتـاج ATP بواسطة الأكسـچين وترتبط زيادة الميـوجلوبين بعضـلات الحيـوانات بمستـوى النشاط البدنى لهذه الحيوانات، وعلى سبيل المثال تحتوى عضلات الرجلين لكلاب الصيد على كمية ميـوجلوبين أكثر منهـا لدى كلاب المنازل، ويزيد الميـوجلوبين فى عـضـلات الإنسـان تحت تأثيـر التدريب الرياضى.

نقل ثانى أكسيد الكربون فى الدم

بمجـرد تكوين ثانى أكسـيـد الكربون فى الخليـة يتم نقله إلـى الرئتـين من خـلال الدم الوريدى ويحـمل ثانـى أكسـيـد الكربون بعـدة أساليب.

- بكمية قليلة فى بلازما الدم.
- متحدا مع الهيموجلوبين.
- متـحدا مع الماء وهى الكمية الأكـبر فى شكل بيكربونات Bicarbonate.

ثانى أكسيد الكربون فى البلازما

تبلغ كمـية ثانى أكسـيد الكربون التى تنقل من خلال البـلازما نسبـة ٥٪ من الكميـة الكلية لثانى أكسيد الكربون الناتجة عن التمثيل الغذائى، ويحمل فى شكل ثانى أكسيد كـربون حر وهذه الكمية الصغيرة تسـاعد فى وجود الضغط الجزئى لثانى أكسيد الكربون.

نقل ثانى أكسيد الكربون على شكل حمض الكربونيك

- يتـحـد ثانى أكسـيـد الكربون مع الماء ليكون حـامض الكـربونيك Carbonic acid، ولكن هذا التـفاعل بطئ وأيضـا كمية قليلة تنتقل بهذه الطريقة.
- نقل ثانى أكسيد الـكربون كمركب كربو أمينو.
- يتفاعل ثانى أكسيـد الكربون مباشرة مع جزئيـات الأحمـاض الأمينية لبـروتينات الدم على مستوى النسـيج ليشكل مركب كـربوأمـينو Carboamino وهذا ينطبق على بروتـين الجلوبين الموجـود ضـمن الهيموجلوبين الذى يحمل حوالى ٢٠٪ من حجم ثانى أكسيد الكربون الكلى.

الملخص

* تقوم الرئتان بتوفير الاتصال ما بين سوائل الجسم الداخلية فى البيئة الداخلية للجسم، والغازات فى البيئة الخارجية.

* تحافظ التهوية الرئوية على تركيز الأكسجين وثانى أكسيد الكربون فى الحويصلات الهوائية وتبادل الغازات مع الدم فى الرئتين.

* يعتمد سريان الهواء فى الرئتين على الفرق البسيط بين ضغط الهواء الجوى والهواء بالرئتين، ويتم هذا بواسطة عمل مجموعات مختلفة من عضلات التنفس التى تقوم بتغيير حجم التجويف الصدرى فيقل الضغط أثناء الشهيق ويزيد الضغط أثناء الزفير.

* إذا ما تم محاولة دفع إخراج هواء الزفير فى الوقت الذى تغلق فيه الممرات يحدث حالة VAlsalva Meneuver، وهذا يمكن أن يزيد الضغط داخل التجويف الصدرى والبطنى الذى يضغط الأوردة الصدرية Thoracic، وبذلك يقل الدم الوريدى العائد إلى القلب.

* تختلف الأحجام الرئوية تبعا للعمر والجنس وحجم الجسم ويجب أن تقيم مع مراعاة هذه العوامل فقط.

* يزيد حجم هواء التنفس العادى أثناء التدريب وذلك بإضافة حجم احتياطى الشهيق واحتياطى الزفير، وهناك حجم الهواء المتبقى الذى يظل فى الرئتين ولا يخرج أبدا حتى مع أقصى شهيق.

* يمكن الحكم على مقدار كفاءة سريان الهواء والصورة الديناميكية لعمل الرئتين بواسطة Forced expiratory volume حجم قوة الزفير والتهوية الرئوية القصوى Maximum Voluntary Ventilation.

* يقل الاعتماد على الاختبارات الوظيفية المتحركة والثابتة كمؤشر للياقة البدنية وأداء التدريب.

* حجم التهوية الرئوية فى الرئتين هو عبارة عن معدل التنفس وحجم هواء التنفس العادى ويبلغ فى الراحة ٦-١٠ لترات ولكن يمكن أثناء التدريب أن يصل إلى ٢٠٠ لتر.

* عند أداء الأحمال المعتدلة تزيد التهوية الرئوية تبعا لزيادة الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين ويصل معدل التهوية الرئوية إلى ٢٠-٢٥ لترا هواء مقابل استهلاك لتر أكسجين.

* فى حالة الأحمال البدنية التى لا تتميز بالحالة الثابتة، تزيد التهوية الرئوية ولكن ليس بشكل متواز مع استهلاك الأكسجين؛ وبذلك يصبح معدل التهوية الرئوية ٣٥-٤٠ لترا هواء مقابل كل لتر أكسجين مستهلك.

* يؤدى التدخين إلى زيادة مقاومة سريان الهواء بعد التدخين ويزيد من تكلفة الأكسجين لعضلات التنفس.

* يؤدى التدريب إلى تقليل مكافئ التهوية الرئوية Ventilatory Equivalent فى الأحمال الأقل من الأقصى.

* التكيف الفسيولوجى للتهوية الرئوية يخضع للتخصصية فى نوع النشاط الرياضى الذى يتم التدريب عليه.

* يحمل الهيموجلوبين الموجود بخلايا الدم الحمراء الأكسجين بنسبة كبيرة تصل إلى ٦٥ مرة ضعف الأكسجين المذاب فى بلازما الدم.

* تساعد كمية الأكسچين القليلة المذابة فى بلازما الدم فى توفير الضغط الجزئى للأكسچين فى الدم ويحدد مقدار تحميل الهيموجلوبين بالأكسچين، وكذلك انفصال الهيموجلوبين عن الأكسچين فى الأنسجة.

* تختلف سعة الأكسچين فى الدم قليلا تبعا لمحتوى الدم من الهيموجلوبين، حيث إن نقص الحديد بسبب الأنيميا التى تقلل سعة نقل الأكسچين فى الدم وبذلك ينخفض مقدرة أداء التدريب الهوائى.

* عندما يقل الضغط الجزئى للأكسچين عن ٦٠ مم زئبق ينفصل الأكسچين عن الهيموجلوبين.

* فى أثناء الراحة تمتص الأنسجة نسبة ٢٥٪ فقط من الأكسچين الكلى بالدم وتعود باقى النسبة ٧٥٪ إلى القلب مع الدم الوريدى.

* تساعد كمية ثانى أكسيد الكربون القليلة الذائبة فى الدم فى الحفاظ على ضغط ثانى أكسيد الكربون الجزئى فى الدم.

* يتحد حوالى ٢٥٪ من ثانى أكسيد الكربون مع بروتينات الدم بما فيها الهيموجلوبين لتكوين كاربامينو Carbamino.

* الضغط الجزئى لأى غاز ضمن خليط من الغازات يمثل نسبة تركيز هذا الغاز بالنسبة للضغط الكلى لهذا الخليط.

* تنتشر الغازات فى الرئتين والأنسجة من المناطق الأعلى تركيزا أو ضغطا إلى المناطق الأقل تركيزا أو ضغطا.

* فى أثناء الراحة وأثناء زيادة شدة الأحمال التدريبية تظل التهوية الرئوية فى الحويصلات ثابتة من حيث تركيب غازات الهواء، حيث يكون ضغط الأكسچين فى حدود ١٠٠ مم زئبق وضغط ثانى أكسيد الكربون ٤٠ مم زئبقا، ونظرا لأن الدم الوريدى يحمل الأكسچين (ضغط منخفض) وثانى أكسيد الكربون (ضغط أعلى) مما فى الحويصلات الهوائية، ينتشر الأكسچين من الحويصلات إلى الدم والعكس ينتشر ثانى أكسيد الكربون من الدم إلى الحويصلات.

* نقل الأكسچين فى الدم من خلال محلول فيزيائى Physical Solution الأكسچين الذائب فى الجزء السائل من الدم، ومن خلال الاتحاد مع الهيموجلوبين.

* عند وصول الدم إلى الأنسجة ينتقل الأكسچين من الشعيرات الدموية إلى الأنسجة، وينتقل ثانى أكسيد الكربون من الأنسجة إلى الشعيرات الدموية.

* بمجرد تكوين ثانى أكسيد الكربون فى الخلية يتم نقله إلى الرئتين من خلال الدم الوريدى ويحمل ثانى أكسيد الكربون بعدة أساليب وبكمية قليلة فى بلازما الدم، ومتحدا مع الهيموجلوبين، ومتحدا مع الماء وهى الكمية الأكبر فى شكل بيكربونات Bicarbonate.

اسئلة للمراجعة

١- توجد فى الجهاز التنفسى منطقتان هامتان لكل منهما وظيفتهما وضح ذلك؟

٢- كيف يتحرك الهواء للدخول والخروج من الرئتين؟

٣- ما هى العوامل المركزية والطرفية المنظمة للتهوية الرئوية؟

٤- لماذا تزيد تكلفة التمثيل الغذائى للتهوية الرئوية أثناء التدريب؟

٥- ما هو حجم هواء التهوية الرئوية أثناء الراحة وأثناء التدريب؟

٦- صف طبيعة التحكم فى تغيرات التهوية الرئوية فى الحالات التالية؟

أ - قبل بدء التدريب مباشرة.

ب - أثناء التدريب.

جـ- أثناء الاستشفاء بعد التدريب.

٧- ما هى العتبة الفارقة اللاهوائية وما هى علاقتها بالتهوية الرئوية؟

٨- تعتمد التهوية الرئوية بالحويصلات على ثلاثة عوامل ما هى؟

٩- عرف مختلف الأحجام الرئوية وناقش تغيراتها أثناء التدريب.

١٠- عرف عضلات التنفس أثناء الراحة وأثناء التدريب؟ وما تأثير التدريب عليها؟

١١- ما هو تأثير التدريب الرياضى على عضلات التنفس؟

١٢- ما هى الوسائل الرئيسية لتنظيم التهوية الرئوية؟

١٣- كيف يتحكم الجهاز العصبى فى عملية التنفس؟

١٤- ما هو تأثير الضغط الجزئى للغازات والمستقبلات الكيميائية على تنظيم عملية التنفس؟

١٥- كيف يقوم ثانى أكسيد الكربون بدوره فى تنبيه عملية التنفس؟

١٦- تتم عملية تبادل الغازات أثناء التنفس بين عـدة مواقع ما هى هذه المواقع؟ وما هى الغازات التى يتم تبادلها فى كل موقع؟

١٧- ما هو دور الضغط الجزئى للغازات فى التأثير على عملية تبادل الغازات؟

١٨- يقوم الهـيموجـلوبين والميوجلوبين بالاتحـاد مع الأكسچين - قـارن بين كل منهمـا من حيث مكان وظيفتهما ودور كل منهما؟

١٩- ما هى أساليب نقل الأكسچين فى الدم؟

٢٠- ما هى أساليب نقل ثانى أكسيد الكربون فى الدم ؟

٢١- ما هى سعة الدم الأكسچينية؟

المفردات GLOSSARY

العتبة الفارقة اللاهوائية Anaerobic Threshold

شدة الحمل البدنى أو استهلاك الأكسجين التى يتسارع عندها التمثيل الغذائى اللاهوائى (حينما تحدث تغيرات سريعة كل من حجم التهوية الرئوية وتجمع حامض اللاكتيك فى الدم).

«الفراغ الميت التشريحى» Anatomic dead space

عادة ما يطلق على منطقة التوصيل «الفراغ الميت التشريحى Anatomic dead space» نظرا لعدم قيامها بدور التنفس ولكنها تحتوى على حجم من الهواء يصل إلى ١٥٠ ملليلترا.

التنفس الخلوى Celluar Respiration

الذى يرجع إلى التفاعل بين الأكسجين والجزئيات العضوية (الكربوهيدرات - الدهون - البروتين) وينتج عنه ثانى أكسيد الكربون والماء والطاقة من ATP.

منطقة التوصيل Conducting zone

وتشمل هذه المنطقة الأجزاء التى لا يتم خلالها تبادل الغازات فى الجهاز التنفسى الممرات الهوائية التى تقوم بنقل الغازات من وإلى مناطق الرئة التى يتم خلالها تبادل الغازات، وتشمل الفم والأنف والقصبة الهوائية والشعبتين والشعيبات الهوائية.

الربو بسبب التدريب Exercise Induced Asthma

هو شعور بعض المرضى بضيق التنفس أثناء أو بعد التدريب مباشرة تتراوح بفترة ما بين ٥-١٥ دقيقة (المرحلة المبكرة) أو ٤-٦ ساعات (المرحلة المتأخرة) وهذا النوع يسمى «الربو بسبب التدريب». وحينما يشعر الفرد بأزمة الربو أثناء التدريب يصبح التنفس غير طبيعى ذو حدث يشبه الصغير خاصة خلال الزفير وإذا كانت الأزمة شديدة لا يستطيع الفرد استكمال التدريب حتى ولو كانت شدة التدريب منخفضة حيث إن ضيق التنفس يصاحب زيادة التنفس، وهذه الحالة تحدث لدى بعض الرياضيين.

التنفس الخارجى External Respiration

ويعنى تبادل الغازات بين البيئة الخارجية وخلايا الجسم.

السعة الحيوية السريعة فى الثانية الأولى (FEV_1)

توضح حجم الهواء الذى يتم إخراجه فى الثانية الواحدة كما يمكن الحصول على حجم الهواء الذى يمكن للرئتين إخراجه بين الثانية الأولى والثانية (FEV1,2) وبصفة عامة، فإن حجم الهواء الذى يخرج من الرئتين خلال الثانية الأولى يساوى ٨٠-٨٣٪ من حجم السعة الحيوية السريعة كلها.

السعة الحيوية السريعة Forced Vital Capacity

يعتبر اختبار السعة الحيوية السريعة هو اختبار مماثل للاختبار العادى للسعة الحيوية وإن كان يؤدى الزفير فيه بأقصى سرعة وقوة بعد أخذ أقصى شهيق.

تبادل الغاز Gas Exchange

العملية التى يتم خلالها تبادل الغاز بين الحويصلة الرئوية والشعيرة الدموية Alveolar capillary وبين غشاء النسيج والسفيرة الدموية Tissue Capillary Membranes حيث تميل

الغازات إلى الانتقال من المناطق الأعلى تركيزا إلى الأقل تركيزا.

زيادة التهوية الرئوية Hyperventilation

هى حالة زيادة التنفس عن طريق زيادة الشهيق والزفير ومن خلال زيادة معدل التنفس وعمقه.

نقص الأكسجين Hypoxia

وهى حالة نقص الأكسجين فى الدم تحدث أحيانا نتيجة زيادة التهوية الرئوية التى يمكن أن تتطور إلى زيادة ثانى أكسيد الكربون Hypercapnia ونقص الأكسجين وتؤدى تدريبات السباحة تحت الماء إلى زيادة كلا الحالتين.

الحد الأقصى للتهوية الرئوية

Maximal Ventilation

هى أقصى حجم للهواء يمكن أن يتنفسه الإنسان فى الدقيقة الواحدة، ويمكن أن يصل إلى مقادير عالية تصل إلى ١٨٠ لترا / دقيقة للرجال و١٣٠ لترا/ دقيقة للسيدات.

التهوية الرئوية القصوى

Maximum voltury Ventilation

يقصد بالتهوية الرئوية الإرادية القصوى أقصى حجم هواء يمكن أن يتنفسه الفرد فى الدقيقة الواحدة، ويعتمد ذلك على عدة عوامل منها تشريح الجهاز التنفسى وعضلات التنفس والتحكم بها، والمقاومة فى الرئتين، ويتم قياس التهوية الرئوية الإرادية القصوى لفترة ١٢-١٥ ثانية ثم تحول إلى عدد اللترات فى الدقيقة، كمثال إذا ما تم تسجيل حجم هواء التهوية الرئوية لمدة ١٢ ثانية يتم ضرب هذا الرقم فى ٥ (١٢ ثانية _ ٥ = ٦٠ ثانية) وتكون النتيجة باللتر فى الدقيقة.

الميوجلوبين Myoglobin

هو مخزن الأكسجين بالعضلة، وهو عبارة عن اتحاد ما بين الحديد والبروتين ويوجد فى العضلات الهيكلية وعضلة القلب، وهو يشبه الهيموجلوبين نظرا لأنه يتحد مع الأكسجين ولكن كل جزيئى ميوجلوبين يحتوى على ذرة حديد واحدة على عكس الهيموجلوبين الذى يحتوى على ٤ ذرات ويضيف الميوجلوبين الأكسجين إلى العضلة.

القلونة التنفسية Respiratory Alkalosis

وهى حالة نقص الهدروچين فى الدم واتجاهه إلى القلوية كنتيجة لنقص ثانى أكسيد الكربون Hypocapnia فى الدم.

الجهاز التنفسى Respiratory System

الجهاز التنفسى هو المسئول عن تبادل الغازات بين الجسم والبيئة والحفاظ على حالة التوازن الحمضى القلوى للجسم.

منطقة التنفس Respiratory zone

وتتكون من المناطق التى يتم خلالها تبادلا الغازات فى الرئة، وتحتوى على الحويصلات الهوائية والتى ينسب إليها زيادة أحجام هواء التنفس، وتقوم منطقة التنفس بعملية تبادل الغازات من خلال الحويصلات الهوائية.

ألم الجانب Stitch in the Side

يعتبر ظاهرة يتعرض لها معظم الرياضيين وخاصة من يبدأون التدريب بعد فترة انقطاع طويلة وتوصف عادة بأنها عبارة عن ألم حاد فى

الجانب أو القفص الصدرى، وعادة ما يتعرض لهذه الحالة متسابقو الجرى والسباحة، وتختلف درجة الشعور بالألم من رياضى لآخر، حيث قد يضطر البعض إلى تخفيض سرعة الأداء أو التوقف عن الاستمرار فى العمل البدنى وحتى الآن لا يعرف السبب الرئيسى لهذه الحالة، وإن كان يتسبب إلى نقص الأكسچين (هيبوكسبا أو أنوكسيا) بعضلات التنفس وخاصة الحجاب الحاجز Diaphragm وعضلات ما بين الأضلاع الداخلية Inter costal musclesنتيجة عدم كفاية الدم الوارد لها.

الزفير المكتوم Valsalva Maneuver

حاولنا إطلاق مصطلح الزفير المكتوم على الحالة التى تسمى Valsalva Maneuver نظرا لكون هذه التسمية تنطبق تماما على ما يحدث، حيث يحاول الرياضى إخراج الزفير فى الوقت الذى تكون فيه الممرات الهوائية لإخراج الزفير مغلقة، ويحدث هذا أثناء رفع الأثقال.

التهوية الرئوية Ventilation

(أوالتنفس Breathing)

وهى عملية تبادل الغازات بين البيئة والرئتين، وهى تتكون من الشهيق Inspiration وهى حركة دخول الهواء إلى الرئتين والزفير Expiration وهى حركة خروج الهواء من الرئتين.

الفصل الحادى عشر

الجهاز القلبى الوعائى
Cardiovascular

- الجهاز الدورى Circulatory System
- القلب Heart
- ظاهرة القلب الرياضى Heart Athlete
- الدفع القلبى Cardiac Out put
- معدل القلب Heart Rate
- حجم الضربة stroke Volume
- ضغط الدم الشريانى Arterial Blood Pressure
- إعادة توزيع الدم أثناء التدريب Redistribution of Blood During Exercise



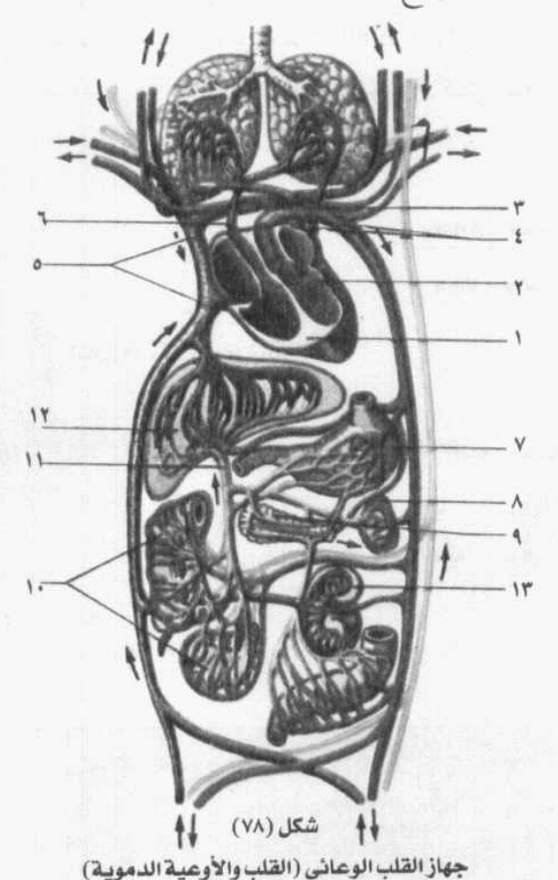
- أن يعرف القارئ تركيب الجهاز الدورى ووظيفته فى الأحوال العادية وأثناء النشاط البدنى.
- أن يعرف القارئ دور الدفع القلبى والمؤثرات المختلفة عليه فى الراحة وأثناء العمل البدنى.
- أن يعرف القارئ معدل القلب فى الراحة وتحت تأثير النشاط البدنى وكيفية استخدام معدل القلب كمؤشر لتقنين حمل التدريب.
- أن يعرف القارئ حجم الضربة والمؤثرات المختلفة عليها فى الراحة وأثناء النشاط البدنى.
- أن يعرف القارئ التغيرات التى تحدث فى دينامية الدم من حيث ضغط الدم وتوزيع الدم فى الجسم فى الراحة وأثناء النشاط البدنى.

قبل دراسة الجهاز القلبى الوعائى نود أن نشير إلى بعض المصطلحات المستخدمة لتسمية هذا الجهاز، حيث وردت فى المراجع تسميات عديدة، منها الجهاز القلبى الوعائى حيث إن كلمة Cardio تعنى عضلة القلب و Vascular تعنى الأوعية الدموية، نظرا لأن هذا الجهاز يتكون من القلب والأوعية الدموية، كما أن هناك مصطلحا آخر يسمى الجهاز الدورى التنفسى أو القلبى التنفسى Cardiorespiratory نظرا لأن هذا يعنى الربط بين عمل كل من القلب والأوعية الدموية والجهاز التنفسى، كما أن هناك تسمية أخرى وهى الجهاز الدورى Circulatory System ويقصد بها أيضا جهاز القلب والأوعية الدموية، حيث تتم الدورة الدموية بجميع أجزاء الجسم.

تعتبر زيادة حاجة العضلات لاستهلاك الأكسچين أثناء التدريب أحد التحديات الأساسية للاستقرار التجانسى، Homeostasis ففى أثناء أداء التمرينات عالية الشدة تتضاعف حاجة الجسم للأكسچين ١٥-٢٠ مرة مقارنة بفترة الراحة، ويعتبر الهدف الرئيسى للجهاز الدورى التنفسى Cardiorespiratory هو توفير الكميات المناسبة من الأكسچين لأنسجة الجسم وإزالة المخلفات منها هذا بالإضافة إلى أن الجهاز الدورى يقوم بنقل المواد الغذائية ويساعد فى تنظيم درجة حرارة الجسم، ويجب ملاحظة أن كلاً من الجهاز الدورى والجهاز التنفسى يعملان معا كوحدة واحدة، يقوم الجهاز التنفسى بتوفير الأكسچين للدم وتخليصه من ثانى أكسيد الكربون، بينما يقوم الجهاز الدورى بتوجيه الدم المحمل بالأكسچين والمصادر الغذائية إلى أنسجة الجسم، ويمكن القول أن الجهاز الدورى التنفسى يعمل للمحافظة على الاستقرار التجانسى للأكسچين وثانى أكسيد الكربون فى أنسجة الجسم، وحتى يمكن تلبية حاجة الجسم للأكسچين أثناء التدريب يقوم سريان الدم بعمليتين أساسيتين هما :

١- زيادة الدفع القلبى Cardiac out put بمعنى زيادة كمية الدم التى يدفعها القلب فى الدقيقة الواحدة.

٢- إعادة توزيع سريان الدم من أعضاء الجسم غير النشطة إلى العضلات الهيكلية النشطة، مع الأخذ فى الاعتبار أن هناك أعضاء بالجسم لا يمكنها الاستغناء عن سريان الدم مثل المخ.



شكل (٧٨)

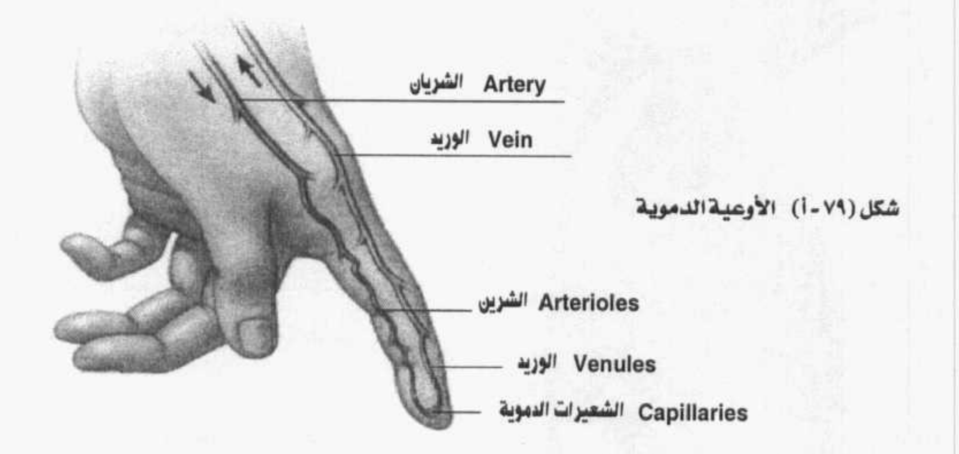
جهاز القلب الوعائى (القلب والأوعية الدموية)

١	القلب	٧	الشريان المعدى
٢	البطين الأيسر	٨	الطحال
٣	الشريان الأورطة	٩	الشريان الكلوى
٤	الأوردة الرئوية	١٠	الأمعاء
٥	الوريد الأجوف العلوي والوريد الأجوف السفلي	١١	الوريد البابى
		١٢	الكبد
٦	الشريان الرئوى	١٣	الكلى

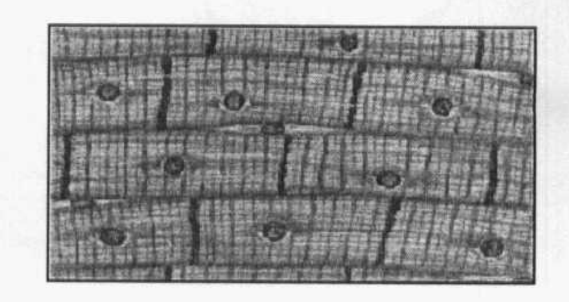
الجهاز الدورى Circulatory System

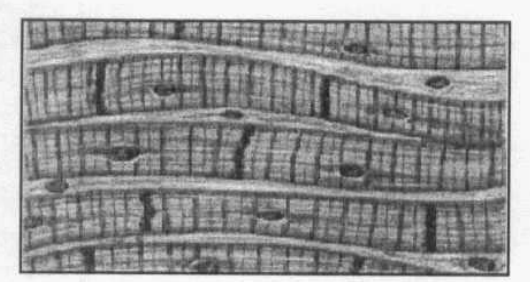
يعتبر الجهاز الدورى للإنسان بمثابة حلقة مغلقة يدور بداخله الدم إلى جميع أنسجة الجسم ويحتاج الدم لكى يتحرك داخل هذه الدورة إلى حركة مضخة عضلية، وتقوم بهذا الدور عضلة القلب التى تؤدى إلى حدوث ضغط يحرك الدم خلال الجهاز، ويغادر الدم عضلة القلب فى الشرايين Arteries ويعود إليها من خلال الأوردة Veins ، ويعتبر هذا الجهاز مغلقا؛ نظرا لأن الشرايين والأوردة يتصلون بعضها ببعض من خلال أوعية دموية أصغر، فتتفرع الشرايين إلى أفرع كثيرة مثل الشجرة من الأوعية الدموية الأصغر لتشكل الشرينات arterioles والتى تنتهى بمساكب Beds من الأوعية الدموية الأكثر صغرا والتى تسمى الشعيرات الدموية Capillaries وهى تعتبر أصغر الأوعية الدموية فى الجهاز الدورى.

ونظرا لصغر حجمها ورقة غشائها فإن جميع عمليات التبادل للأكسچين والكربون وثانى أكسيد الكربون والمواد الغذائية من الدم والأنسجة تتم من خلال جدار هذه الشعيرات، ثم يمر الدم من هذه الشعيرات إلى أوعية دموية صغيرة تسمى الوريدات Venules ومع زيادة اتجاه الدم إلى القلب من خلال الوريدات يزداد حجم هذه الأوعية الدموية وتصبح أوردة، ويتجمع الدم من أعلى الجسم وأسفل الجسم من خلال الوريد الأجوف العلوى والوريد الأجوف السفلى ليصب فى الأذين الأيمن لعضلة القلب.



شكل (٧٩-أ) الأوعية الدموية





شكل (٧٩-ب) ألياف عضلة القلب

القلب Heart

يعتبر القلب عضوا عضليا مجوفا، ينقسم طوليا بحاجز يعزل النصف الأيمن عن الأيسر، وكل نصف ينقسم إلى أذين وبطين يفصلهما حاجز ليفى. وينتقل الدم فى اتجاه واحد من الأذنين إلى البطينين ومنهما إلى الأورطة والشرايين الرئوية بفضل صمامات توجد عند الفتحات الداخلة والخارجة من البطينين، ويرتبط غلق أو فتح الصمامات بمقدار الضغط الواقع على كلا الجانبين .

يختلف سمك جدار القلب تبعا لاختلاف شدة العمل الذى يقوم به كل جزء من أجزاء القلب فيبلغ سمك جدار البطين الأيسر حوالى ١٠-١٥ مم.

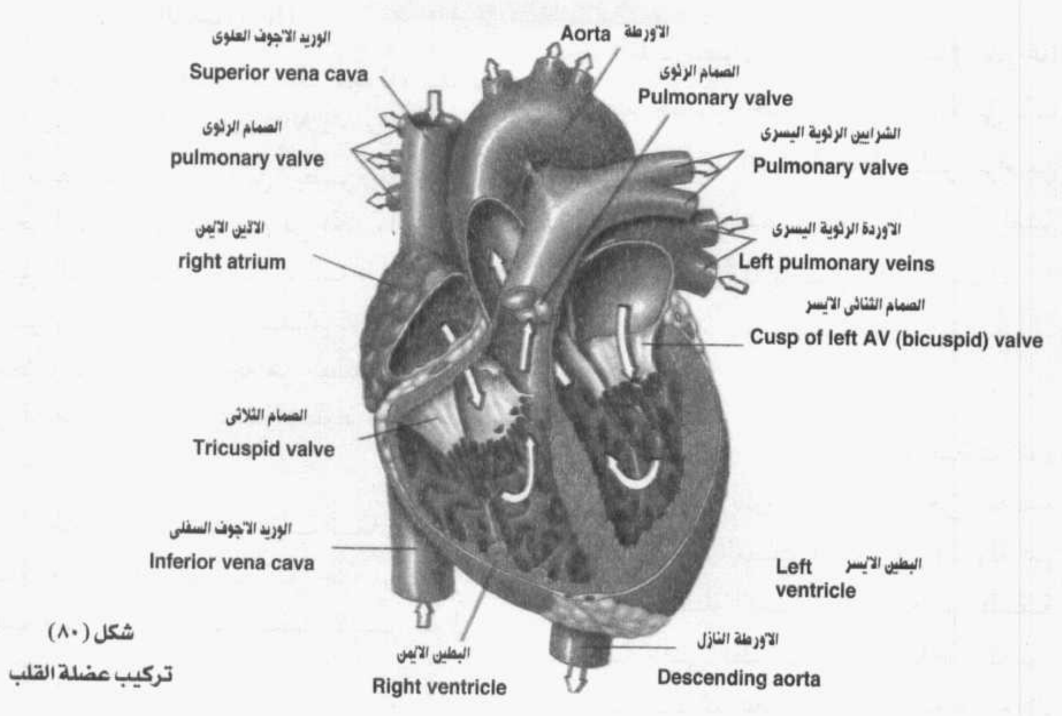
بينما يقل عن ذلك سمك جدار البطين الأيمن (٥-٨مم)، ويبلغ سمك جدار الأذين حوالى ٢-٣ مم.

ويتحدد حجم القلب بحجم تجويفه وكذلك سمك جدرانه بمقاييس الجسم والعمر والنشاط الحركى للإنسان، ويصل حجم القلب بالنسبة للرجال فى المتوسط ٧٠٠-٨٠٠ سم٣ وللسيدات ٥٠٠-٦٠٠ سم٣ ويزيد عادة بالنسبة للرياضيين بحوالى ١٠٠-٣٠٠سم٣، ويمكن أن يصل فى بعض الأحيان إلى ١٠٠٠-١٢٠٠سم٣، إلا أن الزيادة المفرطة فى حجم القلب يمكن أن تضر المكونات الانقباضية لعضلة القلب، ويبلغ وزن القلب حوالى ٢٥٠-٣٠٠ جرام ويقل عن ذلك للسيدات ١٠-١٥٪، ويبلغ طول القلب فى المتوسط ١٤ سم والعرض ١٢ سم، ويبلغ حجم تجاويف البطين حوالى ٢٥٠-٣٠٠ ملليلتر ويقل بعض الشىء بالنسبة للسيدات، ونظرا لارتباط حجم القلب بطول ووزن الجسم يفضل مراعاة ذلك عند حساب حجم القلب نسبة إلى تلك القياسات، وقد اتضح أن لكل كيلو جرام من وزن الجسم يبلغ حجم القلب ١١ سم٣ لغير الرياضيين وبالنسبة للرياضيين ١٣-١٤ سم٣.

تركيب عضلة القلب

يتركب جدار القلب من ثلاث طبقات تقوم الطبقة الخارجية بدور الغلاف الخارجى لعضلة القلب ثم الطبقة العضلية الثانية وهى المسئولة عن انقباض عضلة القلب ودفع الدم ثم الطبقة الداخلية وهى الطبقة المبطنة لداخل القلب، والصمامات، تمد عضلة القلب بالدم من خلال كل من الشرايين التاجية اليمنى واليسرى، وهذه الشرايين تتفرع من شريان الأورطة وتحيط بالقلب وتجرى الأوردة التاجية إلى جانب الشرايين التاجية و يصب كل الدم التاجى فى وريد كبير يسمى Coronary Sinus الذى يصب الدم فى الأذين الأيمن.

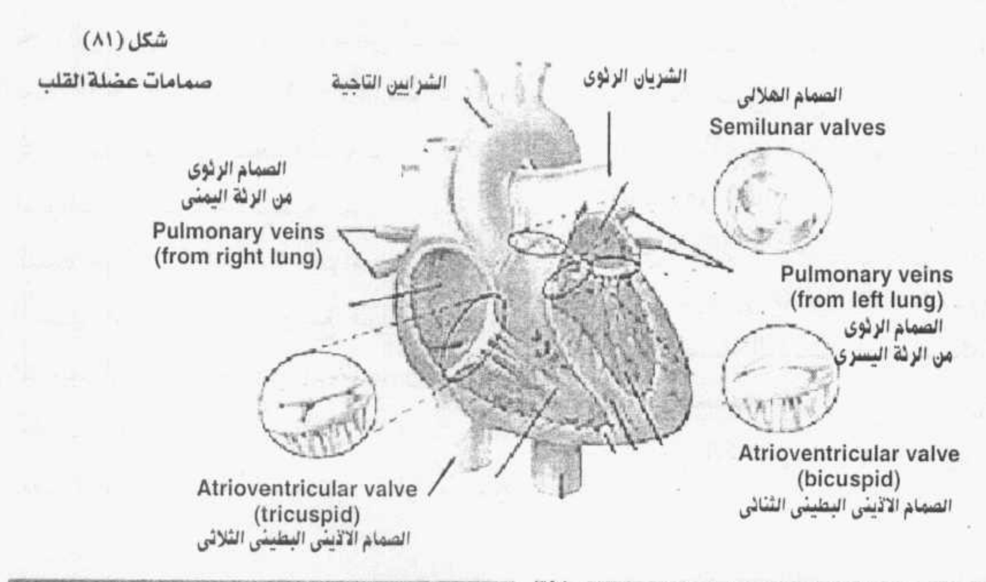
وتختلف عضلة القلب عن العضلات الهيكلية الأخرى من حيث إنها تنقبض ذاتيا من داخلها، حيث إن العقدة السينية الأوذينية هى التى تسيطر على إيقاع ضربات القلب، كما أن جميع ألياف عضلة القلب من نوع واحد من الألياف وهو الألياف البطيئة وهى ذات سعة عالية للعمل الهوائى، وتحتوى على عدد كبير من الميتوكوندريا وزيادة فى كثافة الشعيرات الدموية وتشبه عضلة القلب العضلة الهيكلية فى أنها عضلات مخططة تحتوى على الأكتين والمايوسين وتحتاج إلى الكالسيوم لتنشيط الفتائل.



شكل (٨٠)
تركيب عضلة القلب

تنقسم عضلة القلب إلى أربعة تجاويف وهى عادة ما تعتبر طلمبتين فى واحدة، حيث يشكل الأذين الأيمن والبطين الأيمن الطلمبة اليمنى، بينما يشكل الأذين الأيسر والبطين الأيسر الطلمبة اليسرى وينفصل الجانب الأيمن عن الجانب الأيسر بواسطة جدار عضلى يسمى الحاجز ما بين البطينين Interventricular Septum وهذا الحاجز Septum يمنع اختلاط الدم فى كلا الجانبين لعضلة القلب ويتحرك الدم داخل القلب من الأذين إلى البطين ويندفع الدم من البطين إلى الشرايين، وحتى لا يرتد سريان الدم فى الاتجاه العكسى تحتوى عضلة القلب على أربعة صمامات ذات اتجاه واحد فتربط الصمامات الأذينية البطينية اليمنى واليسرى بين الأذينين والبطينين الأيمن والأيسر.

شكل (٨١)
صمامات عضلة القلب



وتعرف أيضا هذه الصمامات بالصمام الثلاثى Tricuspid Valve (الصمام الأذينى البطينى الأيمن) والصمام الثنائى Bicuspid (الصمام الأذينى البطينى الأيسر) ويمنع ارتداد سريان الدم من الشرايين إلى البطينين بواسطة الصمام الهلالى الرئوى Semilunar Valve فى البطين الأيمن، والصمام الهلالى الأورطى (البطين الأيسر) Aortic Semilunar Valve .

يدفع الجانب الأيمن من القلب (الذى يمثل الطلمبة اليمنى) الدم الذى يعتبر محملا أكثر بثانى أكسيد الكربون مع قلة الأكسچين نتيجة تبادل الغازات فى مختلف الأنسجة إلى الرئتين من خلال الدورة الرئوية Pulmonary Circuit ويتم فى الرئتين تحميل الدم بالأكسچين وتخليصه من ثانى أكسيد الكربون، وهذا الدم المؤكسد ينتقل إلى الجانب الأيسر من القلب الذى يدفعه إلى جميع أنسجة الجسم من خلال الجهاز الدورى.

الخصائص الفسيولوچية لعضلة القلب:

تتميز عضلة القلب ببعض الصفات الفسيولوچية وهى اللاإرادية والاستثارية والتوصيل والانقباضية، وسوف نتناول هذه الخصائص فى الأجزاء التالية.

النشاط الكهربائى لعضلة القلب

Electrical Activity of the Heart

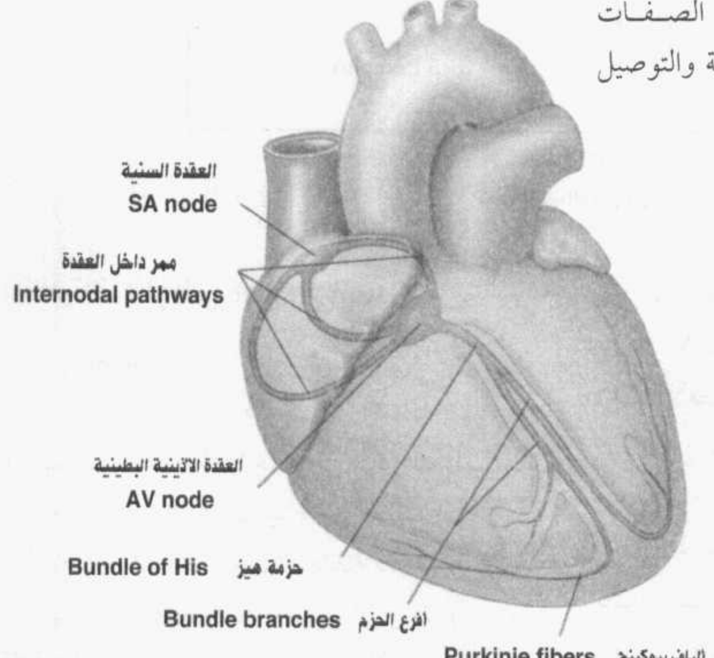
تتميز عضلة القلب بمقدرة استثنائية توليد إشارة كهربائية تسمى «التوصيل الذاتى» Autoconduction، وهذه الميزة تسمح لعضلة القلب أن تنقبض إيقاعا بدون استثارة عصبية ويتكون جهاز التوصيل من :

١- العقدة السينية الأذينية Sinoatrial (SA) Node .

٢- العقدة الأذينية البطينية Atrioventricular Node (AV) .

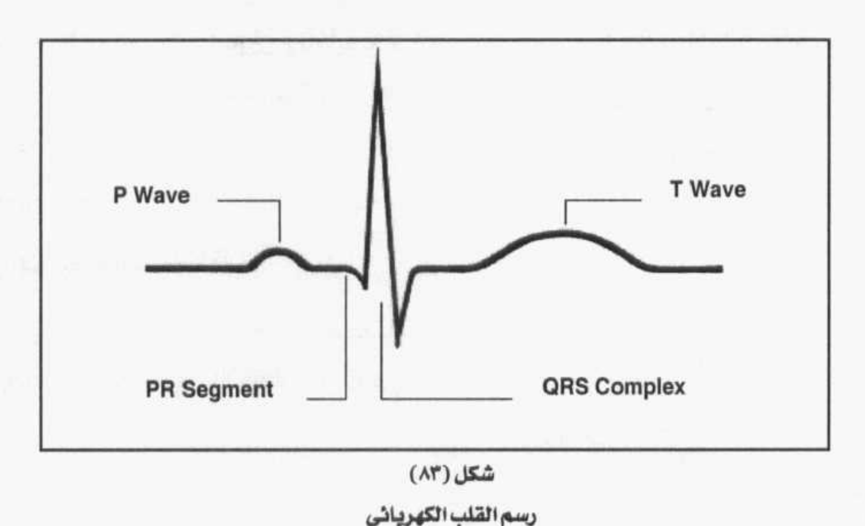
٣- الحزمة الأذينية البطينية Atrioventricular .

٤- ألياف بيوركينز Purkinje Fibers .



شكل (٨٢)
جهاز التوصيل الكهربائى لعضلة القلب

تنشأ الإشارات العصبية لانقباض القلب فى العقـدة السينيـة الأذينية (SA)، وهى عبـارة عن مجـموعـة من الأليـاف العضليـة للقلب تقع فى الجـدار الأمامى لـلأذين الأيمن، ونظرا لأن هذه العقدة هى التى تنظم إيقاع القلب (معدل القلب) فإنهـا تسمى أيضا «صانع التـوقيت» Pacemaker ويسـمى الإيقاع السـينى Sinus Rhytm، تنتـشر الإشارة الـكهربائيـة الناشئـة من العقـدة السينـية الأذينيـة خلال كـلا الأذينين لتـصل إلى العقـدة الأذينية البطينية (SA) التى تقع فى الأذين الأيمن والبطين لتـوصل الإشارة الكهربائيـة من الأذينين إلى البطينين، وهنا تتأخـر الإشارة حوالى ١٣, ٠ ثانية، حـيث تمر خلال العـقدة (AV) ثم تدخل الحـزمـة (AV) وهذا التـأخـيـر يسـمح للأذين بالانقبـاض الكامل قبل أن ينقبـض البطين ليصل إلى أقصى انقباض، وتقوم حزمة (AV) بالامتداد على طول الحاجز البطينى Ventricular Septum ثم تتـفرغ إلى فـرعين أيمن وأيسـر لكل بطين، وهذان الفرعان ينقلان الإشارة الكهربائية فى اتجاه قمـة القلب لأسفل ثم لـلخارج، ثم تتـفرع هذه الحزمة داخل كل بطين إلى أفرع صـغيرة وهى ما يسمى ألياف بيوركينز، وهى تقوم بنقل الإشارات العصبـية إلى جميع أجزاء البطـين وبسرعة تصل إلى ستة أضعاف خلال فترة راحة جهاز التوصيل القلبى، وهذه السرعـة فى التوصيل تتم بجـميع أجزاء البطينين لتقوم بالانقباض فى نفس الوقت.



شكل (٨٣)
رسم القلب الكهربائى

ظاهرة القلب الرياضى Heart Athlete

تعتبـر مشكلة «القلب الرياضى» حتى الآن من المشـاكل الهـامة فى مـجـال الطب الرياضى الحـديث؛ نظرا لما يلاحـظ فى السنوات العـشـر الأخـيـرة من زيادة كـبيـرة فى حـمل التـدريب الرياضى لتنمية الكفاءات الوظيفية للجهاز الدورى للرياضيين لأهمية الدور الحيوى الذى يقوم به هذا الجهـاز فى نقل الأكسـچين إلى الأنسجـة، وبناء على ذلك فإن إنـتاجيـة القلب لا يمكن أن تزيد عن ٥-٧ مرات بالمقارنة بـوقت الراحة؛ ولذا فإن الحـد الأقصى لاسـتهـلاك الأكسـچين يزيد لدى الرياضيين عنه لدى غير الرياضيين إلا أنه عادة لا يتجاوز ٤-٦ لترات / دقيقة؛ ولذا فإن عدم النمو الكافى لحـجم ووظيفـة القلب يمكن أن يكون له تأثيرا سلبيا على الكفاءة الرياضية وخاصة بالنسبة لبعـض الأنشطة الرياضيـة التى تتطلب زيادة فى

كفاءة عمل الجهاز الدورى مثل أنشطة التحمل، حيث يعتبر التدريب فى هذه الأنشطة هو تدريب للقلب، وقد لاحظ ظاهرة «القلب الرياضى» منذ القرن الماضى العالم هنشن Henschen ١٩٨٩، حيث لاحظ أن الرياضيين المدربين لديهم زيادة فى مقاييس القلب، ومنذ ذلك الحين تطورت طرق قياسات حجم القلب ونال هذا الموضوع اهتمام الباحثين، ويدل حجم القلب على كفاءة إنتاجية بالنسبة للرياضيين، إلا أن حجم القلب أيضا يرتبط بأحجام الجسم، وهذه المشكلة تواجهنا حينما نود أن نقيم فسيولوچية القلب للرياضيين طوال القائمة «العمالقة» أو على العكس بالنسبة لقصار القامة، وارتباطا بذلك فإننا نتكلم عما يسمى «حجم القلب المطلق» أو «حجم القلب النسبى» ويعبر عن حجم القلب المطلق بمقدار السنتيمترات المكعبة، أما بالنسبة لحجم القلب النسبى فإنه ينتج عن قسمة الحجم المطلق على بعض المؤشرات الأنثروبومترية مثل الوزن والطول.

يرتبط حجم القلب للأشخاص الأكبر من ١٨-٢٠ سنة بالوزن والطول، حيث دلت الدراسات على ارتباط الوزن بحجم القلب لدى هؤلاء الأشخاص مابين ٦,٠-٩,٠ وبناء على ذلك يتم حساب حجم القلب النسبى كما يلى :

$$\text{حجم القلب النسبى} = \frac{\text{حجم القلب (سم}^{٣}\text{)}}{\text{وزن الجسم (كجم)}}$$

$$= \text{كجم/ سم}^{٣}$$

وهذه المعادلة تنطبق على الأشخاص العاديين فى طول قامتهم وبدون زيادة فى الوزن، وقد دلت بعض الدراسات على وجود علاقة بين طول الجسم وحجم القلب تتراوح ما بين ٠,٦٤ - ٠,٥٢؛ ولذا فإن البعض يقوم بحساب حجم القلب النسبى عن طريق المعادلة التالية :

حجم القلب النسبى =

$$\frac{\text{(حجم القلب سم}^{٣}\text{)}^{٢}}{\text{وزن الجسم (كجم)} \times \text{طول الجسم (سم)}}$$

ومنذ بداية القرن العشرين ومع تطور طريقة الأشعة ثبت زيادة حجم القلب لدى الرجال الممارسين للنشاط الرياضى أكبر منه بالنسبة لغير الممارسين، وترتبط زيادة حجم القلب بعدة أسباب منها نوع النشاط الرياضى نفسه، وقد دلت الدراسات على أن حوالى ٦٠٪ من الأشخاص غير المدربين يتراوح حجم القلب لديهم مابين ٦٠٠-٩٠٠سم^{٣}، وقد لوحظ أن أقل حجم لدى الرياضيين قد بلغ ٥٩٠سم^{٣} وأقصى حجم بلغ ١٧٣٣ سم^{٣} وعادة تزيد نسبة الرياضيين عن ٦٠٪ الذين يبلغ حجم القلب لديهم من ٧٠٠-١١٠٠ سم^{٣}، ويبلغ متوسط حجم القلب عادة لدى الرياضيين ٩٩٠ سم^{٣} + أو -١١ سم^{٣} أى بزيادة ٢٣٠سم^{٣} (٣٠٪) عن غير الرياضيين ويعطى فكرة عن الحكم الصحيح على القلب حساب حجم القلب النسبى ويتراوح عادة لدى الأشخاص غير الرياضيين ما بين ٢٢-٧٥ وحدة فى المتوسط.

ومنذ أن اكتشف العالم الألمانى «هينشن Henshen ١٨٩٩» ظاهرة القلب الرياضى، وإلى وقتنا الحالى لم يزل هذا الموضوع يجذب اهتمام العلماء ولم يفقد جاذبيته، ولعل السبب فى ذلك قد يرجع إلى صعوبة تشخيص حالة القلب

الرياضى عن الحالة المرضية، وظهور بعض الأحداث المؤسفة للموت المفاجئ فى الملاعب الرياضية، بالإضافة إلى الكثير من التساؤلات التى تحتاج إلى إجابات وافية.

أهم مؤشرات القلب الرياضى

يقصد بالقلب الرياضى تلك الزيادة الفسيولوچية فى القلب والناتجة عن التدريب الرياضى، ومن أهم مؤشرات ارتفاع الحالة الوظيفية لعضلة القلب هى :

١- بطء معدل القلب Bradycardia .

٢- انخفاض ضغط الدم Hypotension.

٣- تضخم القلب Hypertrophia .

وبالرغم من أن هذه المؤشرات الثلاثة تعتبر مؤشرات فسيولوچية إيجابية، إلا أن ارتفاع الحالة التدريبية للرياضى نتيجة التدريب والتكيف الفسيولوچى لا يصاحب دائما بظهور جميع هذه التغيرات، بل على العكس من ذلك فقد تكون هذه التغيرات مؤشرات لحدوث تغيرات باثولوجية «مرضية» فى عضلة القلب، مما يجعل السؤال ما زال مطروحا (هل ظاهرة القلب الرياضى سلبية أم إيجابية؟).

ظاهرة بطء معدل القلب Bradycardia

ظاهرة بطء معدل القلب حتى ٤٠ ضربة / ق تعتبر أكثر المؤشرات المعبرة عن ارتفاع الحالة الوظيفية للقلب.

سرعة الفحص الطبى الدقيق لتجنب أى تأثيرات سلبية للتدريب فى حالة ما يكون معدل القلب ٣٠-٤٠ ضربة / ق.

ليس شرطا أن يكون هناك ارتباطا بين بطء معدل القلب والحالة التدريبية اتضح أن حوالى ثلث الرياضيين الذين لديهم بطء معدل القلب لم يتكيفوا بشكل جيد مع حمل التدريب، وظهرت عليهم سرعة التعب والأرق وفقد النهية وغيرها.

ظاهرة تضخم عضلة القلب Hypertrophia

ليس حتما أن تكون ظاهرة تضخم عضلة القلب مؤشرا للقلب الرياضى التشخيص الدقيق لتضخم القلب يكون عن طريق الأشعة المتطعية أمكن لمعظم الرياضيين فى أنشطة الرياضيين فى أنشطة التحمل تحقيق مستويات رياضة عالية دون حدوث ظاهرة تضخم القلب.

نسبة حدوث تضخم القلب لدى الرياضيين فى أنشطة تتراوح ما بين ١٧ - ٥٠٪ من نتائج إحدى الدراسات.

عندما اكتشف «هينشن» ظاهرة القلب الرياضى وجدها لدى ٢٦ رياضيا فقط من بين ٣٧ من متسابقى الانزلاق على الجليد.

أسباب تضخم القلب المرضى

- قد تحدث إصابة القلب مرضيا عند التدريب أو المنافسة بالرغم من وجود بؤر عدوى اللوزتين أو الإنفلونزا أو نزلة المسالك التنفسية.
- زيادة استخدام الأحمال التدريبية التنافسية بدون التخطيط المناسب.
- زيادة الأحمال التدريبية المصاحبة أيضا بأحمال ذهنية مثل التدريب أثناء الامتحانات.
- الإجهاد أو التدريب الزائد.
- سوء تخطيط الأحمال التدريبية.
- الظروف الأخرى المختلفة التى تزيد الإصابة بتضخم القلب.

مراحل تغيرات زيادة وظيفة القلب

نتيجة للتدريب الرياضى وحدوث عمليات التكيف تحدث عدة تغيرات فسيولوچية ومورفولوجية لعضلة القلب، يمكن تلخيص هذه المراحل فيما يلى :

١- المرحلة الفسيولوچية.

٢- المرحلة الانتقالية.

٣- المرحلة الباثولوجية .

بمعنى إمكانية انتقال حالة قلب الرياضى بعد التدريب إلى المرحلة الفسيولوچية التى تعنى أن التغيرات التى تحدث هى تغيرات فسيولوچية طبيعية ناتجة عن عمليات التكيف المصاحبة للتدريب الرياضى، بينما تعنى المرحلة الانتقالية زيادة هذه التغيرات واقترابها من الحدود المرضية لعضلة القلب والتى تظهر فى المرحلة الثالثة، وهذا يعنى إمكانية أن تحدث تغيرات فسيولوچية ومورفولوجية لعضلة القلب بشكل تدريجى مع الانتقال من مرحلة إلى أخرى دون ملاحظة ذلك، وبالتالى يمكن للرياضى الاستمرار فى التدريب لعدة سنوات طويلة وتحقيق مستويات رياضية عالية، بالرغم من حدوث تضخم فى عضلة القلب يصعب اكتشافه باستخدام رسم القلب الكهربائى ECG؛ لذلك فإن المتابعة الطبية الدقيقة من خلال الأشعة المقطعية Echo تعتبر من الواجبات الضرورية للطب الرياضى لاكتشاف وتشخيص التأثيرات السلبية فى بدايتها.

والسؤال الآن هل من المؤكد أن ينتقل الرياضى من المرحلة الفسيولوچية إلى المرحلة المرضية؟

شروط التدريب الرياضى للوقاية من التأثيرات السلبية على عضلة القلب

حتى يمكن للمدرب أن يخطط الأحمال التدريبية بشكل علمى سليم، يجب أن يلتزم ببعض الشروط الفسيولوچية الهامة التى يمكن فى إطارها أن تتم العملية التدريبية لتحقق أهدافها دون التعرض للتأثيرات السلبية على عضلة القلب، وهذا يتطلب اتباع بعض الشروط الخاصة التى ترتبط بعمليات تخطيط حمل التدريب، فالتدريب الذى يعتمد على العشوائية مستندا على الخبرة الذاتية التى تنتج عن المحاولة والخطأ يؤدى فى كثير من الأحيان إلى تلك التأثيرات السلبية على عضلة القلب نتيجة زيادة الإجهاد وعدم التدريب السليم والتدريب الفسفورى الذى يعتمد على زيادة الأحمال التدريبية لتحقيق نتائج رياضية سريعة تجذب أضواءها القوية الأنظار، وسرعان ما تختفى هذه النتائج وتكون الصحة دائما هى الثمن، كما أن التعاون بين المدرب والطبيب هو الضمان الوحيد لانطلاق العملية التدريبية إلى تحقيق أهدافها المنشودة، فبدون أى منهما لا يكتمل النجاح ولا يكتمل التكيف الفسيولوچى المنشود ولا تتحقق النتائج الرياضية العالية، وتكون دائما الصحة هى الثمن.

تأثير سوء التخطيط التدريبى على عضلة القلب

* الإصابة بحالة الإجهاد المزمن لعضلة القلب غالبا ما يكون نتيجة سوء تخطيط التدريب الرياضى.

تزداد فرصة الإصابة فى الحالات التالية :

* وجود بؤر عدوى مزمنة.

* استمرار التدريب بالرغم من المرض أو قبل الشفاء الكامل.
* استخدام أحمال تدريبية عالية خلال فترة زيادة الأعباء الدراسية.
* استخدام دورات التدريب الأسبوعية ذات الحد الأقصى دون التأكد من مدى التكيف لتقبل هذه الأحمال.

بؤر العدوى المزمنة كأحد أسباب إصابة القلب لدى الرياضيين

بؤر العدوى المزمنة تشمل التهاب اللوزتين - التهاب الأذن - تسوس الأسنان - التهاب المرارة، يعتبر التهاب اللوزتين أكثر بؤر العدوى تأثيرا على عضلة القلب وتؤدى إلى ٤٧-٧٩٪ من تغيرات رسم القلب الكهربائى للناشئين.

منذ عام ١٩٥٢ ثبت تجريبيا العلاقة ما بين التهاب اللوزتين وأمراض القلب، وفى عام ١٩٧٦ اكتشف إصابة المنتخب الأوكرانى للسباحة بالتهاب اللوزتين لدى ١٩,٦٪ والتهاب والتهاب الجيب الفكى لدى ٤٪ والتسوس لدى ٣٦,٧٪ والتهاب المرارة لدى ١,٣٪، كما لوحظ لدى ٤٠,٣٪ الإصابة بـ ٢-٣ بؤرة عدوى فى نفس الوقت.

توصيات للوقاية

* الاهتمام بصفة خاصة بالرياضيين الذين لديهم حالة تضخم القلب الفسيولوچى للوقاية من تحولها إلى حالة مرضية.
* يمكن التدريب والممارسة للرياضة لسنوات طويلة دون اكتشاف تضخم عضلة القلب؛ لذا يلزم التأكيد على استخدام الأشعة المقطعية فى فحص القلب الدورى لدى الرياضيين.
* إعطاء الرياضى فرصة كافية من الوقت للشفاء الكامل بعد الإصابات المرضية قبل السماح له بالتدريب أو المنافسة.
* علاج بؤر العدوى المزمنة أولا بأول.
* التخطيط السليم لحمل التدريب.
* تجنب وصول الرياضى إلى حالة الإجهاد أو التدريب الزائد.
* الاهتمام بالإحماء الجيد قبل أداء الأحمال البدنية العالية.
* التدرج فى حمل التدريب خلال استمرارية عملية التدريب وعدم استخدام الوثبات الكبيرة فى زيادة حمل التدريب.
* تطوير برامج إعداد المدربين وكليات التربية الرياضية بزيادة الساعات الدراسية للمناهج العلمية لعلوم البيولوچية المرتبطة بصحة الرياضى.

دورة القلب Cardiac Cycle

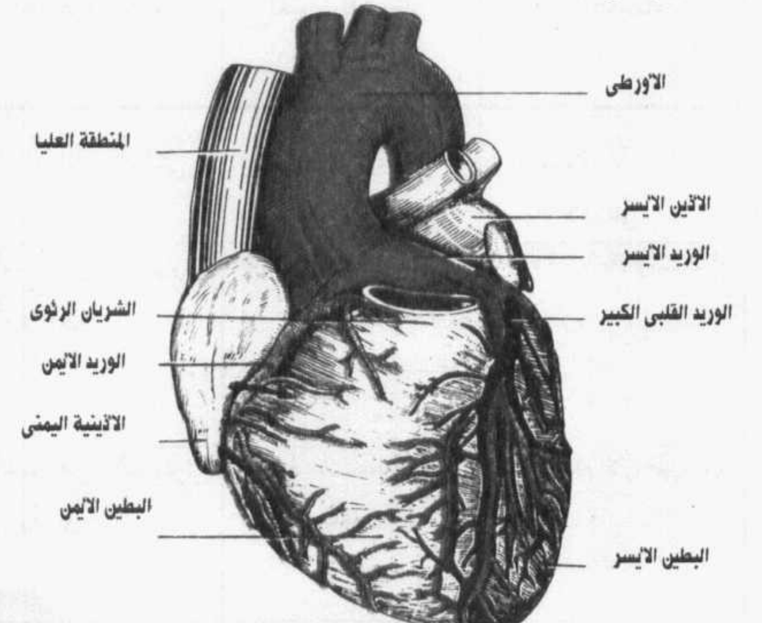
دورة القلب هى عملية تكرار انقباض وارتخاء عضلة القلب، ويسمى انقباض عضلة القلب السيستول Systole، ويسمى ارتخاء عضلة القلب الدياستول Diastole، ويجب ملاحظة أن الأذنين ينقبضان ويرتخيان؛ لذلك هناك السيستول والدياستول الأذينى، ويحدث انقباض الأذين أثناء ارتخاء البطين وعلى العكس يحدث ارتخاء

الأذنين انقباض البطينين وبذلك تتم حركة الضخ على خطوتين، حيث ينقص الأذين الأيمن والأيسر معا ويفرغون الدم فى البطينين، وبعد حوالى (١, ٠ ثانية) من انقباض الأذنين ينقبض البطينان ما بهما من الدم إلى كل من الدورة الرئوية والجهاز الدورى خلال الراحة يدفع البطينان ثلثى حجم الدم الذى بهما ويتركان حوالى ثلث حجم الدم بهما، يمتلئ البطينان بعد ذلك خلال الدياستول بالدم، وحينما يكون معدل القلب فى الراحة ٧٥ ضربة / دقيقة بهذا يعنى أن الفترة الكلية لدورة القلب تستمر (١, ٠ ثانية فى الدياستول منها ٥, ٠ ثانية فى الدياستول والباقى ٣, ٠ تقضى فى السيستول وفى حالة زيادة معدل القلب من ٧٥ إلى ١٨٠ ضربة / دقيقة (أثناء التدريب) فيحدث نقص فى زمن كل من السيستول والدياستول، ويكون تأثير ذلك أكثر على زمن الدياستول، بينما لا يتأثر السيستول كثيرا.

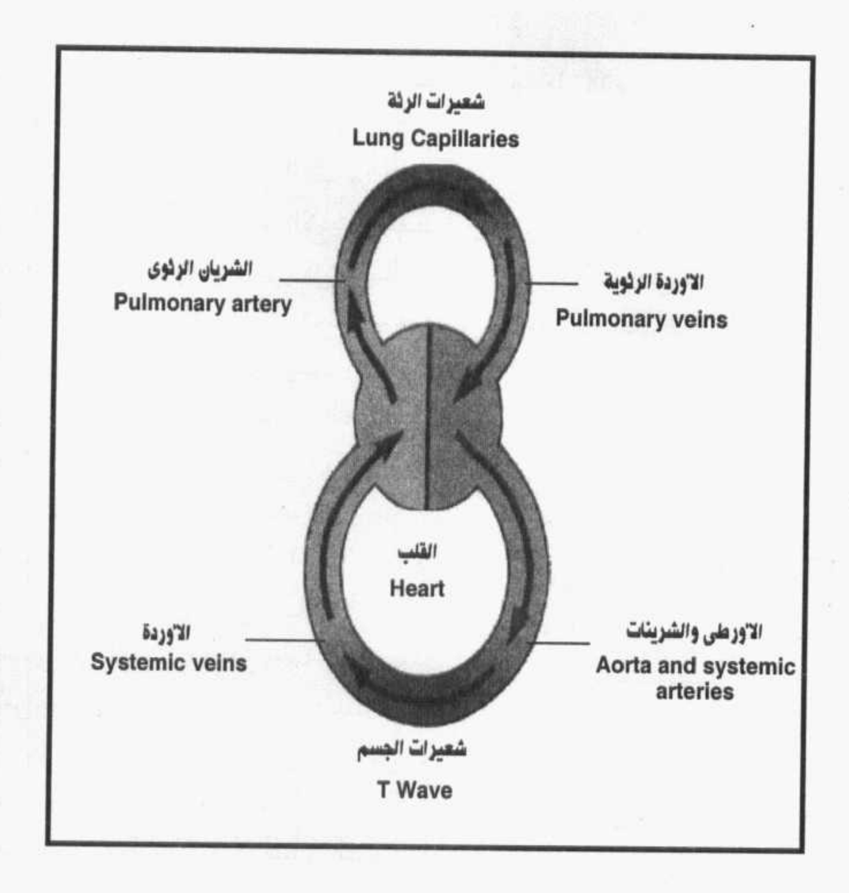
تغيرات الضغط أثناء دورة القلب

ينخفض ويرتفع الضغط داخل تجاويف القلب أثناء دورة القلب، وعندما يرتخى الأذينان يدخل الدم إليهما من خلال دورة الأوردة وعندما تمتلئ هذه التجاويف يرتفع تدريجيا الضغط داخلهما، ونسبة حوالى ٧٠٪ من حجم الدم الوارد إلى الأذينين خلال الارتخاء يمر مباشرة إلى البطينين من خلال الصمامات الأذينية البطينية قبل أن ينقبض الأذينان وبناء على انقباض الأذينين وارتفاع الضغط يندفع باقى الدم (٣٠٪) من الأذينين إلى البطينين.

يكون الضغط منخفضا فى البطينين أثناء امتلائهما ولكن عندما ينقبض الأذينان يزيد ضغط البطينين بدرجة بسيطة وبمجرد انقباض البطينين يرتفع الضغط بحدة وبذلك تغلق الصمامات الأذينية البطينية لتمنع ارتداد الدم من البطين إلى الأذنين، وبمجرد زيادة الضغط البطينى عن ضغط الشريان الرئوى والأورطة تفتح صماماتها ويندفع الدم من خلالها إلى الرئتين والدورة، ويرجع السبب فى وجود صوتين لضربة القلب، أولهما صوت غلق الصمامات الأذينية البطينية (الصوت الأول) وثانيهما صوت غلق صمامات الشريان الأورطى والشريان الرئوى (الصوت الثانى).



شكل (٨٤)
دورة الدم بالقلب



شكل (٨٥)
الدورة الدموية

جدول (٥٧)
ملخص التغيرات الفسيولوچية خلال دورة القلب
عن : Fox et al., 1993

مراحل دورة القلب	تغيرات الضغط	وضع الصمام	تغير الحجم البطينى	تغيرات الضغط
بداية الانقباض البطينى	يزيد الضغط البطينى أكثر من الأذينى.	إغلاق A-V إطلاق صمام الأورطى.	لا تغير	أول صوت للقلب
الانقباض الأيزوتونى الأيزومترى	يرتفع الضغط البطينى بسرعة مع تغيرات قليلة فى الأورطى والضغط الشريانى.	إغلاق A-V وصمام الأورطى.		-
الانقباض الأيزوتونى الأيزومترى	يرتفع الضغط البطينى أكثر من ضغط الأورطى.	فتح صمام الأورطى.	سريع	-

تابع جدول (٥٧)

مراحل دورة القلب	تغيرات الضغط	وضع الصمام	تغير الحجم البطينى	تغيرات الضغط
قذف الدم البطينى	وصول الضغط البطينى وضغط الأورطى إلى الحد الأقصى ثم البدء فى الانخفاض. تغير قليل فى الضغط الأذينى.	فتح صمام الأورطى- غلق صمام A-V.		-
بداية الدياستول	الضغط البطينى أقل من ضغط الأورطى.	غلق صمام A-V.	لا تغير	ثانى صوت للقلب.
الارتخاء الأيزومترى	انخفاض سريع للضغط البطينى، تغير قليل فى ضغط الأورطى والأذينى.	غلق صمام A-V وصمام الأورطى.		-
	ينخفض الضغط البطينى ليصبح تغيرا قليلا فى ضغط الأورطى والأذينى.	فتح صمام A-V.	زيادة سريعة	-
الارتخاء	تغير قليل فى الضغط البطينى والأذينى وينخفض ضغط الأورطى تدريجيا.	فتح صمام A-V وغلق صمام الأورطى.	تغير ضيق	-
دياستول	زيادة بسيطة فى الضغط البطينى والأذينى مع تغير قليل فى ضغط الأورطى.	فتح صمام A-V وغلق الأورطى.		-

التمثيل الغذائى لعضلة القلب أثناء التدريب الرياضى

تتميز عملية إمداد القلب بالطاقة بعدة خصائص هامة، حيث تعمل عضلة القلب على حساب الطاقة الهوائية (باستخدام الأكسچين) بينما يمكن للعضلات الهيكلية العمل فى وجود الأكسچين (هوائى)، وكذلك فى حالة غيابه (لاهوائى)، وكما هو معروف أن عمليات التمثيل الغذائى الهوائى تتم داخل جسيمات الميتوكوندريا بالألياف العضلية، حيث تشكل حوالى ٤٠٪ من الحجم الكلى لليفة، ويستخدم القلب عدة مصادر يتم أكسدتها لإنتاج الطاقة وتشمل الجلوكوز والأحماض الدهنية وحامض اللاكتيك، وهذه المواد يحملها الدم إلى القلب، وهكذا يتم توفير الأكسچين ومصادر الطاقة بصفة مستمرة لعضلة القلب، وحتى فى وقت الراحة فإن البطين الأيسر يستهلك كمية كبيرة من الأكسچين، حيث تصل إلى ١,٥-٢ ملليلتر أكسچين لكل ١٠٠ جرام من كتلة البطين، وعندما ينقبض البطين فى وقت الراحة يتراوح استهلاك البطين الأيسر من الأكسچين ٨-١٠ ملليلترات أكسچين / ١٠٠ جرام فى الدقيقة، وعند زيادة شدة العمل العضلى يزيد استهلاك الأكسچين وقد يصل إلى ٨٠ ملليلترا / ١٠٠ جرام / دقيقة.

وعادة ما تتساوى نسبة الاعتماد على مصادر الطاقة لعضلة القلب أثناء الراحة، حيث تتقارب هذه النسب فتكون للجلوكوز ٣١٪ والأحماض الدهنية الحرة ٣٤٪ وحامض اللاكتيك ٢٨٪ وما يقرب من نصف هذه الطاقة تكون فى شكل حرارة، بينما النصف الآخر يعمل على تركيب ATP.

وعند العمل العضلى تزيد عملية إنتاج الطاقة، كما أن نسب مساهمتها أيضا تتغير، حيث تقل نسبة مساهمة الجلوكوز بدرجة كبيرة، بينما تقل بدرجة قليلة نسبة استهلاك الأحماض الدهنية الحرة، بينما تزيد بدرجة كبيرة نسبة مساهمة حامض اللاكتيك فى إنتاج الطاقة، وعلى سبيل المثال فعند أداء الحمل البدنى الهوائى الأقل من الأقصى، فإن انخفاض نسبة مساهمة الجلوكوز والأحماض الدهنية الحرة تكون متقاربة، حيث تبلغ حوالى $\frac{٢}{٣}$ بالنسبة لمستوى المساهمة وقت الراحة ويصبح حامض اللاكتيك هو المصدر الأساسى لإنتاج الطاقة، حيث تبلغ نسبة الطاقة التى ينتجها القلب عن طريق أكسدة حامض اللاكتيك حوالى ٥٠٪ من مجموع الطاقة الكلية، ويمكن أن تزيد هذه النسبة إلى ٦٠٪ أو أكثر أثناء أداء الحمل الأقصى.

وعند زيادة شدة الحمل يزيد إنتاج حامض اللاكتيك فى العضلة، وبالتالى فى الدم، وفى نفس الوقت يزيد استهلاك عضلة القلب لحامض اللاكتيك (والعضلات الهيكلية) وتعتبر عملية استهلاك القلب لحامض اللاكتيك بعد الحصول عليه من الدم من العمليات الهامة للاحتفاظ بمستوى الكفاءة البدنية أثناء العمل العضلى ذى الشدة المرتفعة، حيث يؤدى ذلك تعطيل زيادة تركيز حامض اللاكتيك بالدم، وبذلك ينخفض التوازن الحمضى القلوى للدم (pH) وكلما كان حجم عضلة القلب أكبر زاد استهلاكها لحامض اللاكتيك؛ ولذا فإن هناك علاقة عكسية بين حجم القلب ونسبة تركيز حامض اللاكتيك فى الدم الشريانى أثناء الحمل الهوائى الأقصى وهذا يلاحظ لدى لاعبى الماراثون.

الدفع القلبى Cardiac Out put

الدفع القلبى هو كمية الدم التى يضخها القلب فى الدقيقة الواحدة باللتر أو الملليلتر،

ويقصد به الدم المدفوع من البطين الأيسر، ويتراوح حجم الدفع القلبى مابين ٥-٦ لترات /دقيقة، ينتج الدفع القلبى (Q) من ناتج ضرب معدل القلب Heart Rate (HR) فى حجم الضربة Stroke volume (SV).

الدفع القلبى = معدل القلب × حجم الضربة

$$Q = HR \times SV$$

وبذلك فإن الدفع القلبى يمكن أن يزيد بناء على إما زيادة معدل القلب أو زيادة حجم الدم المدفوع فى الضربة الواحدة، وفى أثناء الراحة تكون الفروق فى الدفع القلبى بين المدربين وغير المدربين قليلة جدا، حيث يتراوح الدفع القلبى من ٥-٦ لترات فى الدقيقة، ولكن أثناء التدريب تزيد حاجة العضلات لاستهلاك الأكسچين فيرتفع الدفع القلبى ويمكن أن يصل الحد الأقصى للدفع القلبى للرياضيين المدربين إلى ٣٠ لتر دم فى الدقيقة، وهذا يعنى زيادة تصل إلى ٥-٦ أضعاف الدفع القلبى أثناء الراحة، وقد يصل الدفع القلب لدى بعض الرياضيين المدربين وخاصة فى مسابقات التحمل إلى ٤٠ لترا/ دقيقة، ويرتبط ذلك بزيادة القدرة الهوائية لسباقات التحمل، وبالنسبة لغير المدربين فيمكن أن يصل أقصى دفع قلبى إلى ٢٠-٢٥ لترا فى الدقيقة، وبصفة عامة فإن الأعلى مستوى فى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين هو الأعلى مستوى فى الدفع القلبى، وعند مقارنة الرجل والمرأة يلاحظ زيادة الدفع القلبى للمرأة عن الرجل عند أداء نفس الحمل البدنى بمقدار ١,٥-١,٧٥ لتر/ دقيقة، وهذا يعنى أن الدفع القلبى للمرأة يكون أكثر عند نفس مستوى استهلاك الأكسچين مقارنة بالرجل، ويرجع هذا إلى نقص قدرة المرأة على حمل الأكسچين إلى العضلات نتيجة نقص الهيموجلوبين بالدم، كما أن الحد الأقصى للدفع القلبى لدى السيدات المدربات وغير المدربات أقل منه بالمقارنة بالرجال المدربين وغير المدربين، وترتبط زيادة حجم الدفع القلبى بزيادة كل من حجم الضربة ومعدل القلب.

الدفع القلبى وأوضاع الجسم المختلفة

يؤدى تغير أوضاع الجسم فى الفراغ إلى تغيرات فى عمل القلب؛ ولذا فإن الحجم العادى للدفع القلبى يحسب من الوضع الأفقى للجسم، ويقل عند تغيير وضع الجسم من الأفقى إلى الرأسى حوالى ١٠٪ - ٢٥٪ كما يقل حجم الضربة حوالى ٤٠٪.

ويختلف عمل القلب فى الراحة تبعا لاختلاف وضع الجسم، حيث يقل مقدار الدفع القلبى فى الوضع الرأسى عنه فى الوضع الأفقى، وعند تحويل وضع الجسم من الوضع الأفقى إلى الوضع الرأسى، فإن حوالى ٣٠٠- ٨٠٠ ملليلتر من الدم تتجه إلى الأطراف السفلى؛ ولذا فإن حجم الدم المركزى (حجم الدم السارى فى الدورة الصغرى) يكون أقل من ٢٠٪ أثناء الراحة فى الوضع الرأسى عن وضع الرقود، وكما هو معروف أن نقص حجم الدم المركزى يؤدى إلى انخفاض حجم الضربة؛ ولذلك فإن حجم الضربة فى الوضع الرأسى يقل بمقدار ٤٠٪ عن الوضع الأفقى، وكذلك فإن معدل القلب أثناء الراحة يكون أعلى فى الوضع عن الوضع الأفقى.

وعند أداء العمل العضلى عند مستوى متساو لاستهلاك الأكسچين (ولكن ليس عند أقصى حد) فإن الدفع القلبى يقل فى الوضع الرأسى عن الوضع الأفقى بحوالى (١-٢ لتر/ دقيقة، أما

بالنسبة للحد الأقصى للدفع القلبى فإنه عادة يكون أكبر عند أداء الحمل الأقصى فى الوضع الرأسى عنه فى الوضع الأفقى، وتظهر تطبيقات ذلك فى السباحة حيث تؤدى فى الوضع الأفقى.

وعادة لا يزيد حجم الضربة الأقصى أثناء أداء العمل العضلى فى الوضع الأفقى، حيث لا يتعدى مقدار الزيادة حوالى ١٠-٢٠٪ بالمقارنة بوقت الراحة، وتفسير ذلك يرجع إلى أن حجم الضربة أثناء الراحة يبلغ أقصى مستوى له فى الوضع الأفقى مما لا يتطلب زيادة كبيرة عند أداء العمل العضلى، ويزيد أقصى حد لحجم الضربة عند العمل على الدراجة الثابتة من وضع الجلوس أكثر منه من وضع الرقود، وقد يصل الفرق إلى حوالى ٤٠٪. وأما بالنسبة لمعدل القلب ؛ فإنه يكون أكبر فى وضع الجلوس عنه فى وضع الرقود، كما يزيد الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين فى وضع الجلوس عنه فى وضع الرقود بحوالى ١٥٪.

ويختلف نشاط القلب عند العمل العضلى فى الوضع الرأسى بالنسبة لعمل الذراعين أو الرجلين، حيث يزيد معدل القلب أكثر عند العمل العضلى بالذراعين أكثر من العمل العضلى بالرجلين وعند نفس المستوى من استهلاك الأكسجين، وتقريبا لا يتغير حجم الضربة عند الانتقال من حالة الراحة إلى حالة العمل العضلى بالذراعين، ويزيد الحد الأقصى لحجم الضربة حوالى ٣٠-٤٠٪ عند العمل العضلى بالرجلين أكثر منه عند العمل العضلى بالذراعين، وهذا يدل على أن انقباض عضلات الرجلين (الضخ العضلى) يلعب دورا هاما لزيادة حجم الدم بالدورة الدموية الصغرى (حجم الدم المركزى) وبالتالى زيادة حجم الضربة أثناء العمل العضلى.

الدفع القلبى ودرجة حرارة البيئة والجسم

تؤثر درجة حرارة البيئة المحيطة على دينامية الدم، وذلك بسبب محاولة الحفاظ على ثبات درجة حرارة الجسم، وبناء على ذلك يزيد سريان الدم فى الشعيرات الدموية بالجلد للتخلص من الحرارة الزائدة عن طريق إفراز العرق وتبخره، وذلك يزيد انتشار الدم فى الجسم، مما يتطلب زيادة الدفع القلبى لتعويض ذلك، وقد لاحظ (هندرسن وهاجارد) هذه الظاهرة أن ارتفاع درجة حرارة البيئة من ١٥° إلى ٥٠° سينتجراد أدى إلى زيادة الدفع القلبى من ٢,٣٨ إلى ١١,٥ لتر/ دقيقة، وفى بيئة درجة حرارتها ٤٥° أدى إلى زيادة الدفع القلبى من ٨,٥ إلى ١٥,٩ لتر/ دقيقة وبالانتقال من مناطق منخفضة إلى مناطق حرارتها مرتفعة أدى إلى زيادة الدفع القلبى على حساب حجم الضربة.

معدل القلب Heart Rate

يتحدد معدل القلب عن طريق إيقاع الاستثارة فى العقدة الأذينية ويحسب معدل القلب عن طريق حساب معدل النبض الشريانى أو بواسطة عد ضربات القلب على القفص الصدرى عن طريق السمع (عند الضلع الخامس من اليسار).

يرتبط معدل القلب أثناء الراحة بعدة عوامل منها العمر، والجنس وأحجام الجسم، وظروف معيشة الإنسان، وعادة يتراوح معدل القلب لدى الأشخاص الأصحاء ما بين ٦٠-٧٠ ضربة/ دقيقة، ويزيد معدل القلب لدى الأطفال عنه لدى الكبار، كما يزيد الإناث عنه لدى الذكور، ويقل معدل القلب لدى الأشخاص الذين يمارسون أعمالا بدنية عن غيرهم من قليلى الحركة.

يجب أن تتغير كمية الدم التى يضخها القلب أثناء التدريب لتقابل زيادة حاجة العضلات للأكسچين، ونظرا لأن العقدة السينية SA node هى المتحكمة فى معدل القلب، فإن تغيرا فى معدل القلب يرجع إلى العوامل المؤثرة على هذه العقدة، ويعتبر نشاط الجهازين السمبثاوى والباراسمبثاوى هما العاملين المؤثرين على معدل القلب وتنشأ ألياف الجهاز العصبى الباراسمبثاوى المغذية لعضلة القلب من خلايا عصبية مركبة Neurons فى مركز تحكم الجهاز القلبى الوعائى Cardiovascular Control center فى النخاع المستطيل Medulla Oblongate وتكون جزءا من العصب الحائر Vagus Nerve وعند وصولها إلى القلب تقوم هذه الألياف بالاتصال الكلى بالعقدة السينية والعقدة الأذينية البطنية وعند استثارة نهايات هذه الأعصاب يتحرر الأستيل كولين والذى يتسبب فى نقص نشاط كل بين العقدتين نتيجة لزيادة فقد الاستقطاب Hyperpolarization (زيادة تغيير حالة غشاء الخلية من الراحة إلى أعلى من مستوى العتبة الفارقة).

وتكون النتيجة النهائية انخفاض معدل القلب؛ ولذلك يعتبر الجهاز العصبى الباراسمبثاوى فرملة لتبطئ معدل القلب.

وحتى خلال فترة الراحة يقدم العصب الحائر بحمل إشارات عصبية إلى العقدتين، وهذا ما يسمى نغمة الجهاز القلبى الباراسمبثاوى Parasympathetic tone وبذلك يمكن لنشاط الجهاز الباراسمبثاوى أن يسرع أو يبطئ من معدل القلب، وكمثال فإن نقص نغمة الجهاز السمبثاوى تؤدى إلى زيادة معدل القلب بينما زيادة نشاط الجهاز القلبى الباراسمبثاوى تؤدى إلى بطء معدل القلب، وتشير نتائج الدراسات إلى أن الزيادة المبدئية فى معدل القلب أثناء التدريب حتى ١٠٠ ضربة / دقيقة ترجع إلى انخفاض نغمة الجهاز السمبثاوى، وعندما ترتفع شدة العمل فإن استثارة العقدة السينية الأذينية SA والعقدة الأذينية البطينية AV بوساطة الجهاز القلبى السمبثاوى تؤدى إلى زيادة معدل القلب، وتصل ألياف الجهاز السمبثاوى إلى القلب بواسطة الأعصاب المسرعة Accelerator Nerves التى تنبه كلا من العقدة السينية والعقدة الأذينية البطينية وتفرز نهاية هذه الألياف النورإينفرين التى تؤدى إلى زيادة معدل القلب وزيادة قوة انقباض عضلة القلب.

يقوم مركز التحكم فى الجهاز القلبى الوعائى أثناء الراحة بتوازن طبيعى بين نغمة الجهاز الباراسمبثاوى ونشاط الجهاز السمبثاوى إلى القلب، حيث يستقبل مركز التحكم إشارات عصبية مختلف أجزاء الجهاز الدورى تحمل معلومات عن التغيرات فى المؤشرات الهامة، مثل ضغط الدم - توتر الأكسچين فى الدم.. إلخ، وبناء على هذه المعلومات تصدر إشارات عصبية حركية إلى القلب لكى يستجيب الجهاز القلبى الوعائى بهذه التغيرات، وعلى سبيل المثال فإن زيادة ضغط الدم أثناء الراحة عن المستوى الطبيعى تؤدى إلى استثارة مستقبلات الضغط فى الشريان السباتى وقوس شريان الأورطى والتى تقوم بدورها بإرسال هذه الإشارات الحسية إلى مركز التحكم، ويستجيب مركز التحكم لهذه الإشارات الحسية بزيادة نشاط الجهاز الباراسمبثاوى إلى القلب لكى يخفض من معدل القلب ويقلل الدفع القلبى، وهذا الانخفاض الذى يحدث فى الدفع القلبى يؤدى إلى عودة ارتفاع الضغط إلى مستواه الطبيعى.

وهناك نظام آخر انعكاسى لينظم معدل القلب يوجد فى الأذين الأيمن، وفى هذه الحالة فإن الزيادة فى الأذين وضغط الأذين الأيمن تؤدى إلى إرسال إشارات إلى مركز التحكم الذى يزيد من نتيجة زيادة الدم الوريدى العائد إلى الأذين الأيمن، وهذه الزيادة فى الضغط تمنع عودة الدم من الأذين الأيمن إلى الأوردة مرة أخرى ويستجيب مركز التحكم بإرسال إشارات من العصب المسرع السمبثاوى Sympathetic Accelerate Nerve Impulses إلى القلب والتى تزيد من معدل القلب والدفع القلبى، وتكون النتيجة النهائية هى زيادة الدفع القلبى وتخفيض ضغط الأذين الأيمن للعودة إلى طبيعته ويقل ضغط الدم الوريدى.

وأخيرا، فإن تغيرات درجة حرارة الجسم تؤثر على معدل القلب، ففى حالة زيادة درجة الحرارة عند المستوى الطبيعى يزيد معدل القلب، بينما تقليل درجة حرارة الجسم أقل من الطبيعى يؤدى إلى نقص معدل القلب.

يبدأ معدل ضربات القلب فى الزيادة بسرعة بمجرد بداية التدريب وتبعا لمستوى شدة التدريب، وهناك علاقة بين معدل القلب واستهلاك الأكسجين، وخاصة عندما يمكن التحكم فى شدة الحمل البدنى مثل الدراجة الأرجومترية ويمكن تقدير استهلاك الأكسجين فى هذه الحالة بدلالة معدل القلب وتعتمد الاختبارات الميدانية لقياس الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين على هذه العلاقة، وتعتمد زيادة الدفع القلبى على زيادة معدل القلب وخاصة بعد ما يصل حجم الضربة إلى الحد الأقصى فى الشدات الأقل من القصوى ويتأثر معدل القلب فى الراحة بالتدريب فنجده أقل لدى الرياضيين المدربين على التحمل، وقد يصل فى بعض الأحيان لأقل من ٤٠ ضربة/ دقيقة وعلى العكس من ذلك يمكن أن يزيد على ٩٠ ضربة/ دقيقة لدى الأشخاص.

ويتراوح متوسط معدل القلب للأفراد غير المدربين متوسطى العمر ما بين ٦٠-٨٠ ضربة/ دقيقة، ويمكن أن يصل إلى ١٠٠ ضربة/ دقيقة فيما سجل لدى الرياضيين خلال المستويات العليا فى أنشطة التحمل معدل القلب ما بين ٢٨-٤٠ ضربة/ دقيقة، ويتأثر معدل القلب فى الراحة بالعمر والجنس ودرجة حرارة الجو والمرتفعات، وعادة ما يزيد معدل القلب قبل أداء التدريب مباشرة وهذا مسمى الاستجابة المتوقعة Anticipatory Response، وهذه الزيادة ترجع إلى الناقل العصبى النورابنفرين الذى نفرزه الأعصاب السمبثاوية وهرمون الإنفرين لذى تفرزه الغدة الكظرية، ويقل أيضا تأثير العصب الحائر ولا يجب الاعتماد على معدلات القلب قبل التدريب لتقدير معدل القلب فى الراحة.

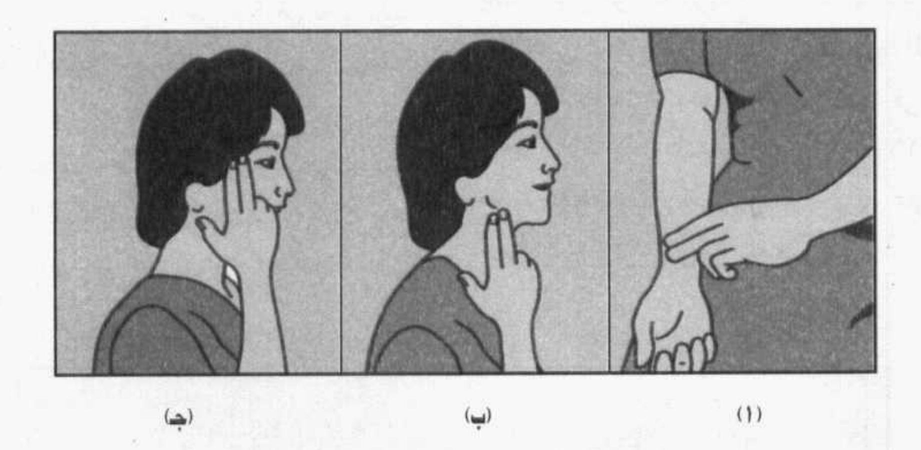
أقصى معدل للقلب Maximum Heart Rate

هو أعلى معدل للقلب يمكن الوصول إليه عند أداء العمل البدنى الأقصى حتى التعب، وهذا المعدل يظل ثابتا لا يتغير يوما من يوم، غير أنه يرتبط بالعمر؛ لذلك فهو يتغير من العام للآخر. وتقدير الحد الأقصى لمعدل القلب يرتبط بالعمر، حيث يقل بمعدل ضربة واحدة فى الدقيقة اعتبارا من عمر ١٠-١٥ سنة وعند طرح العمر من ٢٢٠ يمكن التوصل إلى متوسط الحد الأقصى لمعدل القلب، وعلى سبيل المثال إذا كان شخص عمره ٤٠ سنة يتكون أقصى معدل للقلب ٢٢٠-٤٠=١٨٠ ضربة/ دقيقة، غير أن هذا الرقم من الناحية الواقعية لا يمكن تعميمه على نفس أفراد العمر الواحد، حيث يذكر ويلمور وكوستيل Welmore & Costil ١٩٩٤ أن هذا الرقم لا يعمم على كل من عمرهم ٤٠ سنة فيمكن لنسبة ٦٨٪ من الأفراد الذين عمرهم

٤٠ سنة أن يتراوح أقصى معدل قلب لهم ما بين ١٦٨-١٩٢ ضربة/ دقيقة و ٩٥٪ ما بين ١٥٦-٢٠٤، وهذا يوضح خطأ الاعتماد على حساب أقصى معدل للقلب عن طريق هذه المعادلة.

الحالة الثابتة لمعدل القلب Steady State Heart عندما يصل معدل الأداء لمستويات ثابتة أقل من الحد الأقصى، يزيد معدل القلب بسرعة حتى يصل إلى هضبة Plateau (آليات المستوى) وهذا ما يطلق عليه الحالة الثابتة لمعدل القلب، وهذه الحالة تعتبر هى الحالة المثلى لمعدل القلب المطلوبة لتنفيذ هذا العمل البدنى.

ومع كل زيادة فى معدل الأداء تتغير الحالة الثابتة خلال ١-٢ دقيقة، وعندما يستمر العمل العضلى لفترة طويلة فى حالة ثابتة فإن معدل القلب يميل إلى الاتجاه لأعلى بدلا من المحافظة على الحالة الثابتة، وهذه الحالة جزء من حالة تسمى «انجراف الجهاز الدورى» Cardiovascular Drift.



(ا) (ب) (جـ)

شكل (٨٦)

قياس معدل النبض من ثلاثة شرايين مختلفة بطريقة الجس

ا - نبض الشريان الكعبرى

ب- نبض الشريان السباتى

جـ- نبض الشريان الصدغى

قياس معدل النبض من ثلاثة شرايين مختلفة بطريقة الجس:

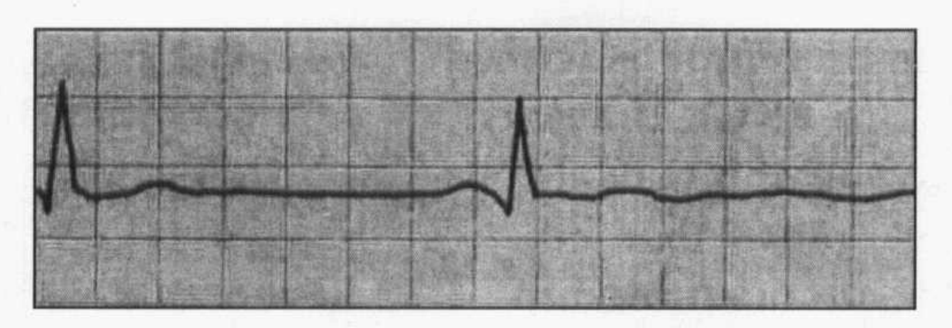
أ - الشريان السباتى Carotid Artery .

ب- الشريان الصدغى Temporal Artery.

جـ- الشريان الكعبرى Radial Artery .

ظاهرة بطء معدل القلب Bradycardia

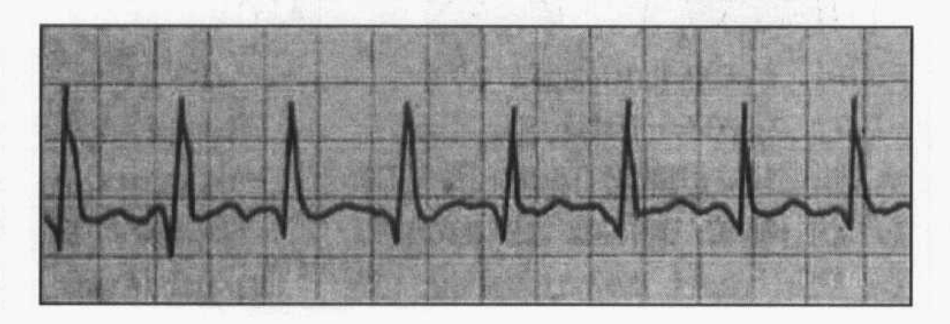
إذا قل معدل القلب عن ٦٠ ضربة فى الدقيقة، فإن هذه الظاهرة تسمى بطء القلب وهى تقابل بكثرة لدى الرياضيين، ومثال على ذلك أن معدل القلب لدى لاعبى الجرى مسافات طويلة أثناء الراحة تصل أحيانا إلى ٤٠ ضربة / دقيقة.



شكل (٨٧ - أ)
ظاهرة بطء معدل القلب Bradycardia

ظاهرة سرعة معدل القلب Tachycardia

إذا زاد معدل القلب عن ٩٠ ضربة / دقيقة فتسمى هذه الظاهرة «سرعة معدل القلب» ويرتبط معدل القلب بوضع الجسم، فهى تزيد فى وضع الوقوف عنها فى وضع الجلوس أو الرقود، كما يتأثر معدل القلب بالعوامل النفسية، حيث يزيد فى حالة تغيرات إيقاع القلب فى هذه الحالة متأثرا بعدة ظروف مثل العمر والجنس، فعند القيام بعمل بدنى موحد يزيد معدل القلب عند الإناث أكثر من الذكور ويزيد لدى الأطفال والمراهقين أكثر من البالغين، ويصل معدل القلب فى معظم الأحوال أثناء أداء النشاط البدنى إلى ١٦٠-١٨٠ ضربة/ دقيقة، وفى بعض الأحيان يزيد على ذلك ليصل إلى ٢٢٠ ضربة / دقيقة.



شكل (٨٧ -ب)
ظاهرة سرعة معدل القلب Tachycardia

حجم الضربة Stroke Volume

يعتبر زيادة حجم الدم المدفوع مع كل ضربة من ضربات القلب من أهم أسباب سرعة سريان الدم أثناء أداء الحمل البدنى، ويزيد حجم الدفع القلبى على حساب زيادة حجم الضربة أساسا وعند ذلك ينخفض معدل القلب، وبالتالى يقل مقدار الطاقة المبذولة على عمل عضلة القلب، ولا يرتبط حجم الضربة بحجم البطينين أثناء الانبساط فقط ولكن أيضا بقوة انقباضها أثناء السيستول.

وفى حالة الراحة يصل حجم الضربة لدى الشباب غير الرياضيين حوالى ١٠٠ ملليلتر فى الوضع الأفقى، وقد لا تزيد كثرا عند العمل العضلى حيث تزيد حوالى ١٠-٢٠٪ بالنسبة

لمقدارها أثناء الراحة وقد لا يتغير حجمها فى كثير من الأحوال، وقد يصل أقصى حد لحجم الضربة حوالى ١٢٠ ملليلترا، وبالنسبة للإناث فى نفس الوضع الأفقى يبلغ حجم الضربة ٧٠ ملليلترا وأقصى حجم يبلغ حوالى ١٠٠ ملليتر، حيث يقل حجم القلب لدى الإناث حوالى ٢٥٪ بالنسبة للذكور.

وفى الوضع الرأسى أثناء الجلوس أو الوقوف يقل حجم الضربة حوالى ٣٠-٤٠٪ عن الوضع الأفقى، حيث يصل لدى غير المدربين إلى حوالى ٧٠ ملليلترا، بينما قد يصل أثناء الحمل البدنى إلى حوالى ١٣٠ ملليلترا، وترتبط زيادة حجم الضربة بزيادة حجم الدم السارى فى الدورة الدموية، وبصفة عامة فإن الحد الأقصى لحجم الضربة لدى الرياضيين له مدى متسع، حيث دلت دراسة (كاربمان) ١٩٨٢ على أنه يتراوح ما بين ١٠٠-٢٠٠ ملليلتر وفى المتوسط ١٥٥,٨ ملليلتر وذلك فى الوضع الرأسى، بينما يتراوح الحد الأقصى لحجم الضربة لدى الإناث ما بين ٩٠-١٦٠ ملليلترا بمتوسط قدره ١١٧,٨ ملليلتر، وهكذا يلاحظ أيضا أن الحد الأقصى لحجم الضربة يقل لدى الإناث عنه لدى الذكور بحوالى ٢٥٪، وهكذا بالطبع يرتبط بحجم القلب لدى الجنسين ويرتبط أقصى حجم للضربة بمدى الكفاءة البدنية للفرد.

يتم تنظيم حجم الضربة أثناء الراحة وأثناء التدريب بواسطة ثلاثة أساليب:

١- حجم نهاية الدياستول End Diastulie Volume وهو حجم الدم الذى يبقى فى نهاية الدياستول ارتخاء عضلة القلب.

٢- ضغط الدم الأورطى المتوسط The Average aortic Blood Pressure.

٣- قوة انقباض البطين.

حجم نهاية الدياستول End Diastolic Volume

يؤثر حجم نهاية الدياستول EDV على حجم الضربة بواسطة طريقتين.

أوضح فرانك وستار لينج Frank and Starling أن قوة انقباض البطين تزيد تبعا لزيادة حجم الدم المتبقى فى البطين فى نهاية الارتخاء، حيث إن هذا الدم يشكل ضغطا على جدار البطينين فيمطهما، وأصبحت هذه العلاقة تسمى قانون (فرانك ستارلنج) Frank Starling law وتفسر بأن زيادة تطويل ألياف عضلة القلب يؤدى إلى زيادة قوة انقباض البطين بنفس الطريقة التى تتم مع العضلة الهيكلية وزيادة قوة ضخ البطين تزيد من كمية الدم التى يدفعها القلب فى كل ضربة، وترجع زيادة حجم الدم فى نهاية الدياستول إلى زيادة معدل عودة الدم الوريدى إلى القلب وبذلك يزيد حجم الضربة.

ما هى العوامل التى تزيد من عودة الدم الوريدى أثناء التدريب؟

توجد ثلاثة مبادئ لزيادة عودة الدم الوريدى هى :

١- انقباض الأوردة Venoconstriction :
عند زيادة انقباض الأوردة تزيد عودة الدم الوريدى وذلك بواسطة حجم سعة الأوردة لتخزين الدم وبذلك يعود الدم من الأوردة إلى القلب،

ويحـدث انقبـاض الأوعيـة Venoconstriction كنتيجة لرد فعل Reflex الجهاز العصبى السمبثاوى فى الأوردة ويتحكم فيها جهاز التحكم فى الجهاز القلبى الوعائى.

٢- ضخ العضلة Muscle Pump : تضخ العضلة الدم نتيجة للانقباضات العضلية وبمجرد ما تنقبض العضلة تضغط على الأوردة لتدفع الدم فى اتجاه القلب، وبعد الانقباض يعود الدم ليملأ العضلات وتتكرر العملية، ولكن يمنع الدم من الارتداد عن اتجاهه إلى القلب بواسطة صمامات ذات اتجاه واحد توجد فى الأوردة الكبيرة، وفى أثناء التمرينات الأيزومترية لا يستطيع الضخ العضلى مساعدة عملية عودة الدم الوريدى.

٣- الضخ التنفسى Respiratory Pump : وهى عملية ضخ ميكانيكى تساعد على عودة الدم الوريدى، حيث يعمل الضخ التنفسى ففى أثناء الشهيق يقل الضغط داخل القفص الصدرى ويزيد ضغط البطن، وهذا يدفع الدم من منطقة البطن إلى منطقة الصدر ويزيد عودة الدم الوريدى، ويزيد دور ضخ التنفس أثناء التدريب نتيجة زيادة معدل التنفس وعمقه.

ضغط الدم الأورطى المتوسط

The Average aortic Blood Pressure

إن الضغط الناتج عن البطين الأيسر يجب أن يزيد الضغط فى الأورطى، وهذا بدوره يتسبب فى نقص حجم الضربة وهو ما يسمى After load وبصفة عامة، فإن هذا التأثير يصل إلى الحد الأدنى أثناء التدريب نتيجة لاتساع الشرينات Anteriolodilation فى العضلات العاملة مما يؤدى إلى تقليل ضغط الأورطى ويسهل للقلب ضخ حجم كبير من الدم.

قوة انقباض البطين

والعامل الأخير المؤثر على حجم الضربة هو تأثير هرمونى الأبنفرين والنورابنفرين وكذلك التأثير المباشر لتنبيه الجهاز السمبثاوى للقلب بواسطة أعصاب تسريع القلب Cardiac Acceleretor Nerves وكلاهما يزيد من قوة الانقباض بواسطة زيادة حجم الكالسيوم الموجودة فى خلايا عضلة القلب.

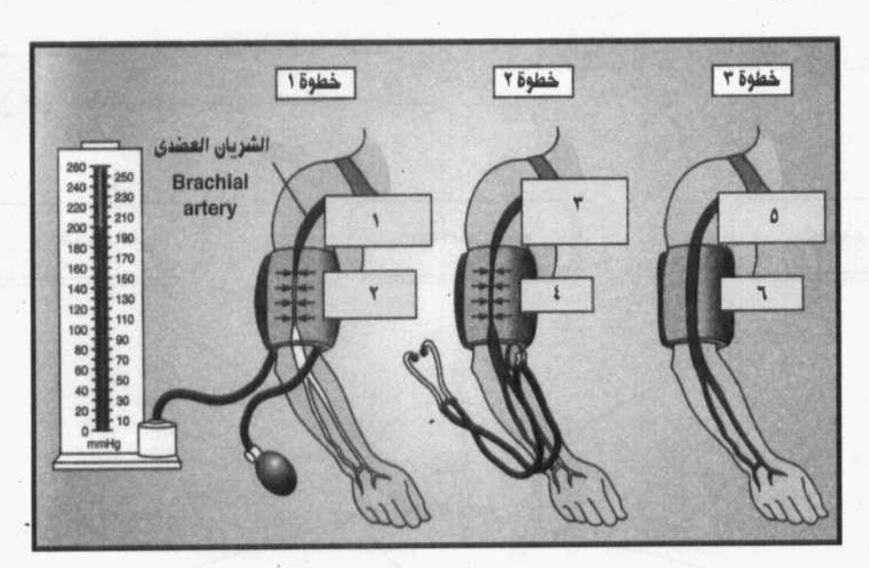
يزيد حجم الضربة مع زيادة شدة الحمل البدنى ولكن إلى حدود معينة، حيث يتوقف زيادة حجم الضربة على زيادة شدة الحمل البدنى عند مستوى ٤٠-٦٠٪ من السعة القصوى أو الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين ويتضاعف حجم الضربة من الراحة إلى الحد الأقصى فى الوضع الرأسى للجسم، ففى الشخص غير المدرب تزيد من ٥٠-٦٠ ملليلترا فى الضرة إلى ١٠٠-١٢٠ ملليلترا عند الحمل الأقصى، ولكن لدى الرياضيين المدربين يزيد حجم الضربة من ٨٠-١١٠ ملليلترات فى الراحة إلى ١٦٠-٢٠٠ ملليلتر عند الحمل الأقصى، ومثال ذلك فى السباحة يزيد حجم الضربة ولكن عادة من ٢٠-٤٠٪ ليس كما فى الوضع الرأسى، ويرجع ذلك إلى تأثير الجاذبية الأرضية على الدم أثناء الوضع الرأسى بجذبه لأسفل وهذا لا يحدث فى الوضع

الأفقى وترجع زيادة حجم الضربة أثناء التدريب إلى عدة عوامل، منها قانون (فرانك سترالنيج) حيث يزيد حجم الدم الدياستولى ويزيد من عضلة القلب، وتبعا لذلك تزيد قوة انقباض عضلة القلب، كما يزيد الدم العائد إلى القلب نتيجة إعادة توزيع الدم، كما أن عمل العضلات أثناء التدريب يمثل مضخة لضخ الدم، بالإضافة إلى دور التنفس ومضخات التنفس فى زيادة حجم الضربة.

ضغط الدم الشريانى Arterial Blood Pressure

ينتشر ضغط الدم خلال الأوعية الدموية ولكنه يكون أعلى فى الشرايين، حيث يعتبر عامة كمؤشر للصحة، وهو عبارة عن قوة ضغط من الدم ضد جدار الشرايين ويحددها مقدار الدم الذى يدفعه القلب ومدى مقاومة سريان الدم، وهناك كثير من العوامل التى تؤثر عليه.

ويستخدم جهاز سيفجمومانوميتر Sphygmomanometer لقياس ضغط الدم، ويعتبر ضغط الدم الطبيعى للبالغين ١٢٠/ ٨٠ مللى زئبق ويقل قليلا لدى النساء ١١٠/ ٧٠ مللى زئبق والرقم الأكبر هو ضغط الدم السيستولى والرقم الأصغر هو ضغط الدم الدياستولى ويسمى الفارق بين الرقمين ضغط النبض Pulse Pressure ويسمى متوسط الضغط خلال دورة القلب ضغط الدم الشريانى المتوسط Mean Arterial Pressure وهو يعتبر مؤشرا هاما لأنه يحدد معدل سريان الدم خلال الجهاز الدورى، ولا يعتبر تحديده أمرا سهلا فهو ليس مجرد متوسط كل من الضغط السيستولى والدياستولى، فالضغط الدياستولى عادة يستمر لفترة أطول من السيستول لذلك فهو يحسب بالمعادلة التالية:



شكل (٨٨)

قياس ضغط الدم الشريانى

الخطوة (١): ١- ضغط الشريط يزيد عن الضغط السيستولى (لا صوت). ٢- يغلق الشريان العضدى ولا يوجد سريان للدم.

الخطوة (٢): ٣- ينخفض ضغط الشريط عن ١٢٠مم زئبق ولكن فوق ٧٠مم زئبق. ٤- سريان دم مبدئى.

الخطوة (٣): ٥- ضغط الدم تحت مستوى الضغط الدياستولى (لا صوت). ٦- سريان دم كامل.

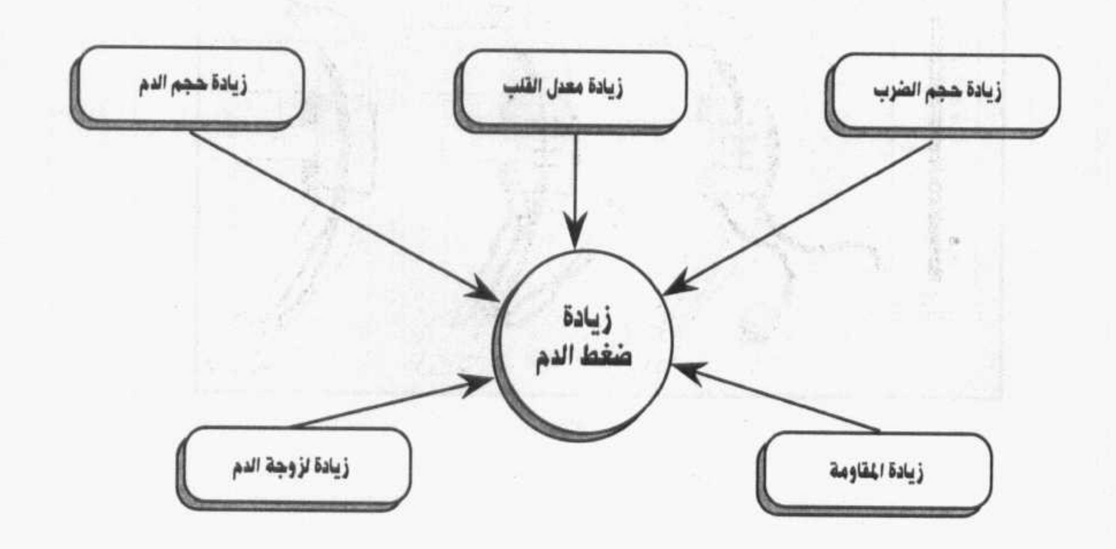
ضـــغط الدم المتــوســط = ضـــغط الدم الدياســـتـــول + ٠,٣٣ (الفـــرق بين الضـــغط السيسـتولى والدياستولى) ومـثال على ذلك لدى فرد ضغـطه يبلغ ١٢٠ /٨٠ مم زئبق يكون ضغط الدم المتوسط له كما يلى :

ضـــغط الدم المتـــوسط = ٨٠ مم زئبق + ٠,٣٣ (١٢٠-٨٠) = ٨٠مم زئبق + ١٣ = ٩٣ مم زئبق.

العوامل المؤثرة على ضغط الدم

ضغط الدم المتـوسط هو نتاج الدفع القلبى والمقاومـة الكلية للأوعية الدمـوية؛ لذلك فإن أى زيادة فى الدفع القلبى أو مـقاومـة الأوعيـة ينتج عنهـا زيادة فى ضـغط الدم المتـوسط، ويعـتـمـد ضغط الدم على عدة عـوامل فسيولوچية مـختلفة تشمل حـجم الدفع القلبى ومقاومـة سريان الدم واللزوجـة، وأى زيادة تحـدث فى هذه العـوامل تكون نتـيجـتهـا زيادة فى ضغط الدم الشـريانى والعكس أى نقص يحدث يكون نتـيجة انخفاض ضـغط الدم الشـريانى وينـتظم ضـغط الدم على المدى القـصـيـر تحت تأثيـر الجـهـاز العـصـبى السمبـثاوى وعلى المدى البعيـد تحت تأثير الكلى بواسطة سيطرتها على حجم الدم.

وهناك مستـقبلات حسيـة لضغط الدم فى الشريان السباتى Carotid وشريان الأورطة Aorta وهى تسمى مـستقبـلات الضغط Baroreceptors وهى حساسة لأى تغيرات تحدث فى ضغط الدم، وعند حـدوث أى زيادة فى ضغط الدم تنبـه هذه المستقبلات لكى ترسل إشارات عصبية حسية إلى مركـز الجهاز القلبى الوعائى، وأى انخـفاض فى نشـاط الجهـاز السمـبثـاوى يمكن أن يؤدى إلى انخـفاض الدفع القلبى ويقلل مـقاومـة الأوعيـة والتى بدورها تخفض ضغط الدم، وعلى العكس فإن نقـص ضغط الدم يأتى نتـيجة نقـص نشاط مستقبـلات الضغط الحسية إلى المخ، وهذا يؤدى إلى أن يستجيب مركز الجهاز القلبى الوعائى بالمخ بزيادة تنشيط الجهاز السـمبثاوى الذى يرفع ضغط الدم.



شكل (٨٩)
العوامل المؤثرة على ضغط الدم

يجب التفرقة بين ضغط الدم الانقباضى (السيستولى) والارتخائى (الدياستول) عند دراسة تأثير النشاط البدنى عليها حيث يرتفع ضغط الدم السيستولى عند أداء تمرينات التحمل مع زيادة شدة الحمل البدنى، وقد يزيد الضغط السيستولى فى الراحة من ١٢٠ مم زئبق إلى ٢٠٠ زئبق عند أداء الحمل الأقصى، كما أمكن تسجيل مستوى ٢٤٠-٢٥٠ مم زئبق للضغط السيستولى لدى الرياضيين الأصحاء ذوى المستويات العليا عند أداء الحمل الأقصى، وترجع هذه الزيادة إلى زيادة الدفع القلبى المرتبطة بزيادة معدل الأداء البدنى، وهذا يساعد على توجيه الدم بسرعة خلال الأوعية الدموية، كما يحدد ضغط الدم أيضا حجم السوائل التى غادرت الشعيرات الدموية إلى الأنسجة تحمل ما تحتاجه هذه الأنسجة من الدم، وهذه الزيادة فى الضغط السيستولى تساعد فى تسهيل هذه العمليات بتغير الضغط الانبساطى (الدياستولى) بدرجة قليلة تبعا لشدة حمل التدريب، ويجب ملاحظة أن الضغط الدياستولى يعبر عن ضغط الدم فى الشرايين خلال راحة القلب، وعادة لا يتغير ضغط الدم الدياستولى أثناء الجهد، غير أنه إذا وصلت زيادة ضغط الدم الدياستولى إلى ١٥ مم زئبق فإن هذه علامة غير طبيعية ويجب أن يتوقف التدريب فى هذا الحالة.

يصل ضغط الدم إلى الحالة الثابتة أثناء تمرينات التحمل الأقل من الأقصى، ومع زيادة شدة الحمل يرتفع الضغط السيستولى، أما إذا زادت فترة الحالة الثابتة يمكن أن ينخفض الضغط الدياستولى تدريجيا ولكن ضغط الدم الدياستولى يظل كما هو، وإذا حدث نقص فى الضغط السيستولى فهذه استجابة طبيعية، وتعكس ببساطة انبساط الشرينات فى العضلات العاملة والذى يقلل المقاومة الطرفية.

ويستجيب ضغط الدم لتمرينات المقاومة ورفع الأثقال بشكل مبالغ، حيث يمكن أن يصل الضغط السيستولى إلى ٤٨٠ / ٣٨٠ مم زئبق ويحدث ذلك عندما يحاول الرياضى أن يزفر بينما الفم والأنف مغلقان، وهذه الحركة تسبب زيادة كبيرة فى الضغط الصدرى مما يزيد ارتفاع ضغط الدم عند استخدام عضلات الطرف العلوى عنها بالنسبة للطرف السفلى، وهذا يرجع إلى زيادة ضغط حجم عضلات الطرف العلوى وأوعيتها الدموية مقارنة بعضلات الطرف السفلى، وهذا الاختلاف فى الحجم يؤدى إلى زيادة مقاومة سريان الدم، وهذا يؤدى إلى زيادة ارتفاع ضغط الدم للتغلب على هذه الزيادة فى المقاومة لسريان الدم.

العلاقة بين الضغط والمقاومة وسريان الدم

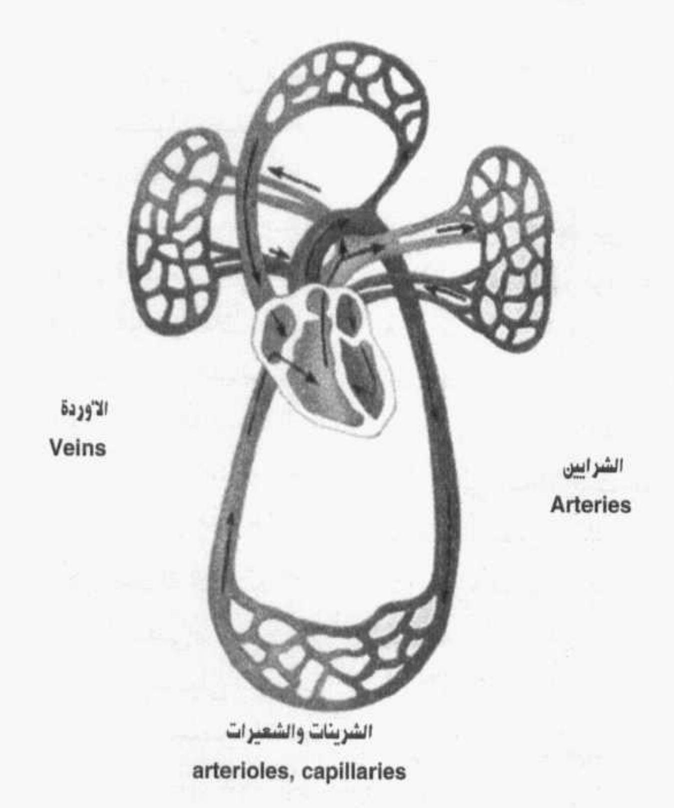
يعتبر الجهاز الدورى شبه دائرة مغلقة يتحرك الدم خلالها ويرجع سريان الدم إلى الفارق فى الضغط بين كلا نهايتى هذه الدائرة المغلقة، فإذا كانت قوة الضغط متساوية لن يكون هناك سريان الدم، وعلى العكس فإذا كان الضغط عاليا فى إحدى النهايات وأقل فى النهاية الأخرى يتحرك الدم من المنطقة ذات الضغط العالى إلى المنطقة ذات الضغط المنخفض، ويمثل ضغط الشريان المتوسط ١٠٠ مم زئبق (فى الأورطى) فيما يبلغ ضغط الدم فى النهاية الأخرى (فى الأذين الأيمن) صفر؛ ولذلك فإن قوة الضغط فى الدورة تكون ١٠٠ مم زئبق.

ويمكن التعبير عن العلاقة بين معدل سريان الدم فى الأوعية الدموية ومقاومة السريان الدم بالمعادلة التالية:

$$\text{سريان الدم} = \frac{\text{الضغط}}{\text{المقاومة}}$$

ويقصد بالضغط اختلاف مستوى الضغط بين نهايتى الجهاز الدورى، مع ملاحظة إمكانية زيادة سريان الدم إما بواسطة ضغط الدم أو نقص المقاومة.

وتؤدى زيادة ضغط الدم خمسة أضعاف إلى زيادة سريان الدم خمسة أضعاف، إلا أن هذه الزيادة الكبيرة فى ضغط الدم يمكن أن تكون خطرا على الصحة، ويزيد سريان الدم أثناء التدريب بداية بواسطة نقص المقاومة مع زيادة بسيطة فى ضغط الدم وترتبط المقاومة بكل من طول الوعاء الدموى ودرجة لزوجة الدم، غير أن قطر الوعاء الدموى هو العامل الهام فى زيادة المقاومة، فإذا قل نصف محيط الوعاء الدموى إلى النصف تزيد مقاومة سريان الدم ١٦ مرة وفى الظروف الفسيولوچية العادية لا يؤثر طول الوعاء الدموى أو لزوجة الدم؛ ولذلك فإن العامل الرئيسى المؤثر على سريان الدم هنا هو نصف قصر الوعاء الدموى، وينتقل الدم من عضو من أعضاء الجسم إلى عضو آخر بواسطة تغيرات انقباض الأوعية الدموية vasoconstriction وانبساطها ويطبق هذا المبدأ أثناء ممارسة الأنشطة البدنية عالية الشدة، حيث ينتقل الدم من أعضاء الجسم إلى العضلات الهيكلية، وتعتبر أكبر مقاومة للأوعية الدموية فى الشرينات.

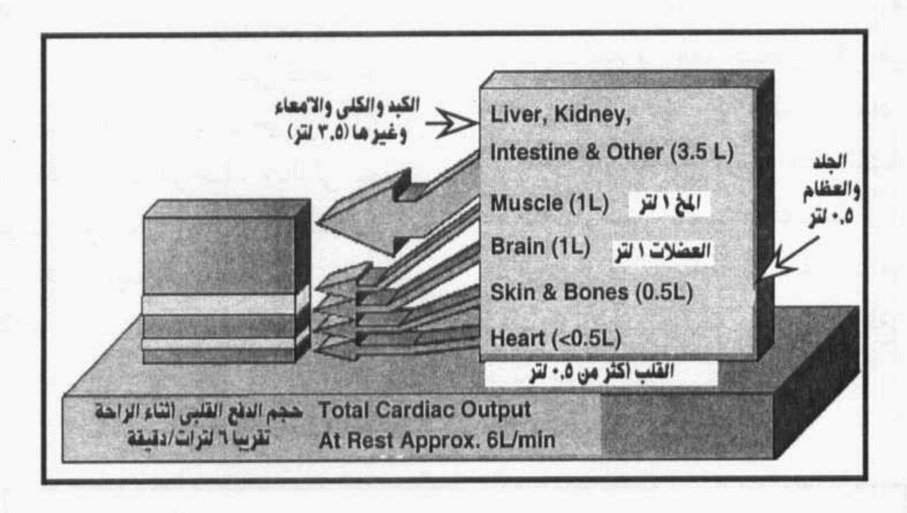


إعادة توزيع الدم أثناء التدريب

Redistribution of Blood During Exercise

يختلف توزيع الدم أثناء الراحة عنه أثناء التدريب، ففى أثناء الراحة يذهب إلى العضلات حوالى ١٥-٢٠٪ من حجم الدفع القلبى، بينما يذهب معظم الدم إلى أعضاء الجسم الداخلية مثل الأمعاء والكبد والطحال والكلى، ولكن أثناء التدريب تستقبل العضلات حوالى ٨٠-٨٥٪ من

حجم الدفع القلبى، وهذا التغير فى سريان الدم إلى العضلات يؤدى إلى نقص سريان الدم إلى الكلى والكبد والمعدة والأمعاء وعندما يتعرض الجسم لزيادة الحرارة سواء نتيجة التدريب أو ارتفاع حرارة الجو تتجه كمية أكبر من الدم إلى الجلد لكى يفقد الجسم هذه الحرارة الزائدة من خلال الجلد إلى البيئة الخارجية، ولكن هذه الزيادة من الدم التى تتجه إلى الجلد تؤدى إلى نقص الدم إلى العضلات العاملة، وهذا ما يفسر انخفاض مستوى الأداء أثناء الجو الحار الرطب.



شكل (٩١)
توزيع الدفع القلبى للدم (٦ لترات) فى الدقيقة على أجزاء الجسم فى الراحة

وترجع عملية إعادة توزيع الدم إلى:

١- رد فعل انقباض الأوعية الدموية للشرينات المسئولة عن إمداد الناطق غير النشطة فى الجسم.
٢- رد فعل انبساط الشرينات الموصلة للدم إلى العضلات الهيكلية وخاصة قبل وفى البداية المبكرة للعمل العضلى.
٣- رد فعل انبساط الأوعية الدموية للعضلات العاملة نتيجة زيادة درجة انبساط الأوعية الموضعية وزيادة ثانى أكسيد الكربون واللاكتات ونقص الأكسجين.

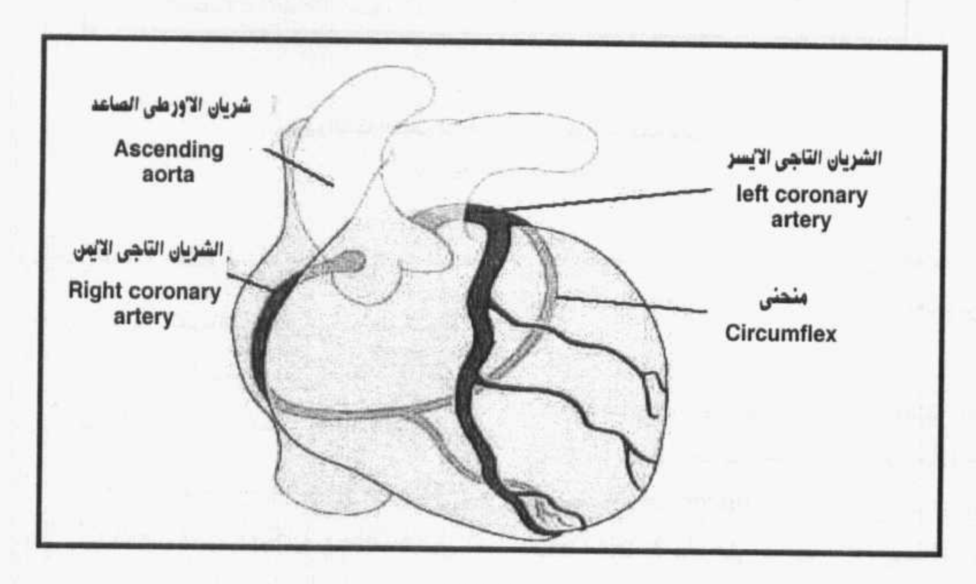
كما يزيد سريان الدم إلى القلب، ولكن يحافظ المخ على سريان الدم دون تغيير أثناء التدريب.

ذكر (بورز وهولى) ١٩٩٦ Powers and Howley أن الدراسات الحديثة أظهرت مادة جديدة موسعة للأوعية Vasodilator تسمى نيترك أوكسيد Nitric Oxide بناء على دراسة قام بها (بيرسون وفان هوفى) ١٩٩٣ وتنتج هذه المادة من الغشاء المبطن Endothelium للشرينات، حيث إن العضلات الناعمة فى الشرينات ترتخى بعد إنتاج نيرتك أوكسيد مما يؤدى إلى انبساط الأوعية Vasodiation وبذلك يزيد سريان الدم، وتشير الدراسات حاليا أن هذه المادة تعمل بالتعاون مع العوامل الأخرى الموضعية للتنظيم الذاتى لسريان الدم.

وحتى الآن لم توجد إجابة دقيقة عن أهمية دور نيترك أوكسيد أثناء التدريب فقد تكون أحد العوامل المنظمة لسريان الدم إلى العضلات العاملة أثناء التدريب، وتعتبر هذه النقطة إحدى النقاط الهامة التى تتطلب المزيد من الدراسات العلمية.

إمداد المخ بالدم

يمثل المخ حوالى ٢٪من كتلة الجسم وبالرغم من ذلك فهو يستهلك حوالى ٢٠٪ من الأكسچين الكلى وقت الراحة، وبالتالى يحصل على نصيب يمثل حوالى ١٣٪ من حجم الدفع القلبى أى ٧٥٠ ملليلترا من الدم كما تبلغ سرعة سريان الدم فى أنسجة المخ حوالى ٥٠-٦٠ ملليلترا / دقيقة / ١٠٠ جرام، وقد ثبت الآن أن إمداد الدم إلى أجزاء المخ يتغير تبعا لتغير نشاط هذه الأجزاء وكمثال على ذلك يزيد سريان الدم فى المناطق المسئولة عن الحركة أثناء النشاط الحركى بحوالى ٥٠٪ مقارنة بوقت الراحة فى الوقت الذى لا يتغير سريان الدم الكلى للمخ وعندما يكون تركيز العمل على حاسة البصر يزيد سريان الدم فى هذه المناطق ويقل فى المناطق الأخرى إلا أنه يجب ملاحظة أن إمداد المخ بالدم فى مختلف الظروف يبقى معدله ثابتا ولا يتأثر بتغير وضع الجسم أو الهضم أو ارتفاع أو انخفاض درجة حرارة الجو وغيرها من العوامل الأخرى ولا يتغير سريان الدم فى المخ إلا بنسبة قليلة جدا.



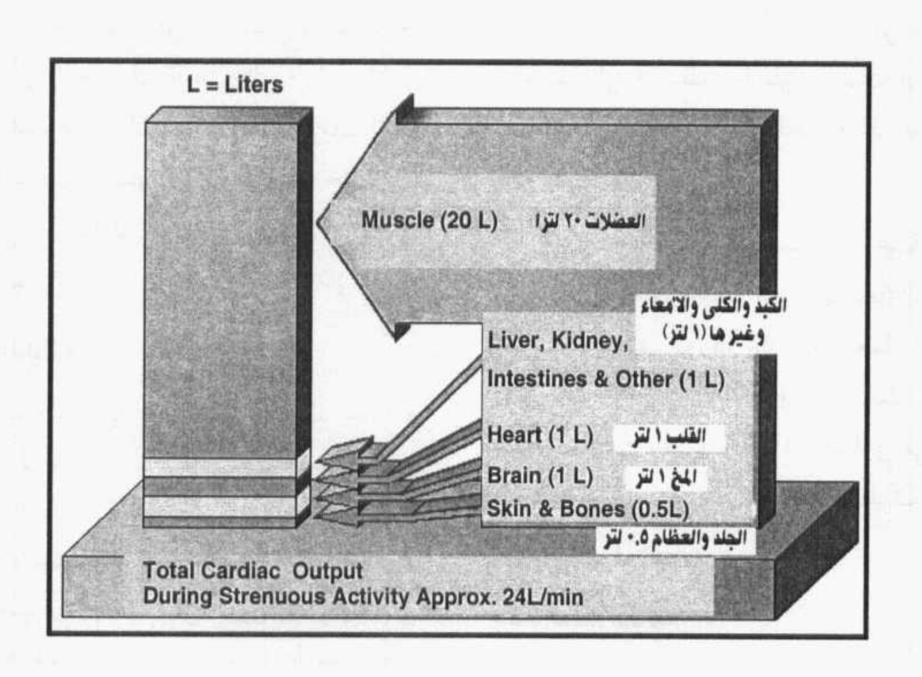
شكل (٩٢)
إمداد القلب بالدم عن طريق الشرايين التاجية

إمداد القلب بالدم

يظل القلب يعمل بنشاط خلال جميع لحظات الحياة وبذلك يبقى دائما فى حاجة إلى الأكسچين عن طريق إمداده بالدم ويبلغ وزن القلب فى الرجال حوالى ٣٠٠ جرام، أى حوالى ٠,٥٪ من كتلة الجسم، ويستقبل القلب أثناء الراحة حوالى ٢٥٠ ملليلترا من الدم فى الدقيقة أى حوالى ٤-٥٪ من حجم الدفع القلبى

وتتراوح سرعة سريان الدم فى هذه الحالة ما بين ٦٠-٨٠ ملليلترا / دقيقة ١٠٠ جرام واستهلاك الأكسچين حوالى ٧-٩ ملليلتر / دقيقة / ١٠٠ جرام، ويزيد سريان الدم فى البطين الأيسر عن البطين الأيمن بحوالى ١/٣ كما يزيد على الأذينين بحوالى ٥٠٪.

ويزيد إمداد القلب بالدم والأكسچين أثناء العمل العضلى عن طريق زيادة سريان الدم فى الشرايين التاجية، حيث يتغير فرق الأكسچين الشريان الوريدى بدرجة قليلة أثناء النشاط البدنى بالمقارنة بحالة الراحة ويمكن أن يصل أقصى استهلاك للأكسچين للقلب أثناء العمل العضلى حوالى ٤-٥ مرات بالمقارنة بوقت الراحة، حيث يصل إلى ١-١,٥ لتر/دقيقة ويتم إمداد القلب بالدم بفضل شبكة كبيرة من الشعيرات الدموية، حيث يحتوى الملليمتر المربع من عضلة القلب على حوالى ٢٥٠٠-٤٠٠٠ شعيرة دموية، وهذا يزيد عدة مرات على العضلات الهيكلية ويمكن أن تصل مساحة الشعيرات الدموية فى القلب بحوالى ٢٠ مترا٢، وهذا يساعد على تسهيل نفاذية الأكسچين إلى ألياف القلب لاستهلاكه، ويتغير سريان الدم فى القلب خلال الدورة القلبية، حيث يقل فى وقت الانقباض (السيستول) ويزيد فى وقت الانبساط (الدياستول) وعند زيادة معدل القلب أثناء العمل العضلى تقل فترة انبساط عضلة القلب؛ ولذا فإن هذا يصعب من عملية إمداد عضلة القلب بالدم وخاصة بالنسبة للبطين الأيسر.



شكل (٩٣)
توزيع الدفع القلبى للدم (٢٤ لترا) فى الدقيقة على أجزاء الجسم فى النشاط البدنى

إمداد التجويف البطنى بالدم

تشمل أعضاء التجويف البطنى أعضاء الجهاز الهضمى (المعدة والأمعاء الرفيعة والأمعاء الغليظة) والكبد والطحال والغدد تحت المعدة، ويبلغ وزن هذه الأعضاء لدى الرجل الذى وزنه ٧٠ كيلوجراما حوالى ٤ كجم أى حوالى ٧٪ من وزن الجسم، بينما يكون نصيب هذه الأعضاء من حجم الدفع القلبى أثناء الراحة حوالى ٢٥٪ أى حوالى ١٤٠٠ ملليلتر دم فى الدقيقة، وحيث إن الأوعية الدموية بالتجويف البطنى لها سعة كبيرة فإنها تحتوى على حوالى لتر دم أثناء الراحة، أى أكثر من $\frac{١}{٥}$ الدم السارى فى الدورة الدموية، ومن هذا الجزء يذهب إلى الكلى حوالى ٣٠-٤٠٪ ويمكن اعتبار أن أعضاء التجويف البطنى تمثل مخازن الدم فى الجسم، حيث يتم استخدامه عند الحاجة، وعند زيادة شدة الحمل البدنى تضيق الأوعية الدموية بالتجويف البطنى وينضم جزء من الدم فى التجويف البطنى إلى الدورة الدموية ويرتبط هبوط سريان الدم فى التجويف البطنى بمقدار مستوى استهلاك الأكسجين حيث يزداد انخفاض استهلاك الأكسجين لهذه المنطقة أثناء النشاط البدنى.

إمداد الجلد بالدم

عادة ما يزيد إمداد الدم للجلد عما هو ضرورى لإمداده بالأكسچين والتمثيل الغذائى بحوالى ٢٠-٣٠ مرة أو أكثر، ويرجع السبب فى ذلك أن وظيفة الدورة الدموية فى الجلد هى تنظيم حرارة الجسم عن طريق إفراز العرق للمحافظة على ثبات درجة حرارة الجسم وتبعا لما تتطلبه عملية تنظيم درجة حرارة الجسم تتغير سرعة سريان الدم بالجلد فى اتجاه الزيادة أو النقص بحوالى ١٠٠ مرة.

وفى حالة الشخص الذى يبلغ وزنه ٧٠ كجم ومسطح الجسم ١,٧ متر^{٢} ، وفى حالة الراحة فى درجة حرارة ٢٠-٢٥° سنتيجراد، فإن سريان الدم العام فى الجلد يبلغ حوالى ٢٠٠-٥٠٠ ملليلتر / دقيقة، بمعنى ١٠-٢٥ ملليلتر / دقيقة / ١٠٠ جرام، وما يقرب من نصف هذه الكمية من الدم أثناء الراحة تذهب لحساب الكفين والقدمين والوجه. ويبلغ أقل حجم لسريان الدم فى حالة البرودة (درجة حرارة الجلد ١٤°) وعلى العكس يزيد سريان الدم فى الجلد ٧-٨ لتر دم دقيقة (درجة حرارة الجلد ٤٠°) أى حوالى ١٥٠ ملليلتر/دقيقة / ١٠٠ جرام أو أكثر ويزيد إفراز العرق (حوالى ٢ لتر / ساعة).

وبالإضافة إلى مساعدة سريان الدم بالجلد على تخليص الجسم من الحرارة عن طريق التبادل الحرارى بين مسطح الجسم والبيئة المحيطة فإنه يساعد على سرعة انتقال الحرارة من الأنسجة العميقة إلى مسطح الجسم، وحيث إن أنسجة الجسم تعتبر موصلا رديئا للحراة؛ لذا فإن سريان الدم يقوم بهذه المهمة.

ونظرا لكبر اتساع شبكة الأوعية الدموية بالجلد فإنها تعتبر أيضا من أهم مخازن الدم فى الجسم، ويظهر دورها عند أداء العمل العضلى لفترة طويلة فى حالة البرودة، حيث يمكن أن ينتقل الدم من الجلد إلى الدم السارى فى الدورة الدموية ويتحدد حجم الدم فى الجلد تبعا لدرجة حرارة الجو والجسم.

إمداد العضلات بالدم

يبلغ نصيب العضلات الهيكلية من الدم فى حالة الراحة حوالى ٢٠٪ من حجم الدفع القلبى أى حوالى ١٠٠٠-١٢٠٠ ملليلتر / دقيقة، بما

يساوى حوالى ٢-٥ مللیلترات/ دقيقة / ١٠٠ جرام، وهو يزيد فى الألياف العضلية البطيئة أكثر من الألياف السريعة، وأثناء النشاط البدنى يزيد سريان الدم تبعا لزيادة شدة الحمل البدنى ويمكن أن يصل إلى ٢٠-٣٠ مرة أزيد من سريان الدم أثناء الراحة، ويبلغ مجموع الدم لدى الشخص غير المدرب أكثر من ٢٠ لترا / دقيقة عند العمل العضلى الذى تشترك فيه أكثر من $\frac{٢}{٣}$ عضلات الجسم (مثل الجرى - الدراجات - التجديف) أى حوالى ٢٠ كيلو جراما من الكتلة العضلية فإن معدل سريان الدم يبلغ حوالى ١٠٠ ملليلتر / دقيقة / ١٠٠ جرام من النسيج العضلى، ويساعد على زيادة الإمداد بالدم أثناء العمل العضلى وجود شبكة غنية بالشعيرات الدموية، حيث تساعد فى توصيل كمية أكبر من الأكسجين والغذاء للعضلة، وكذا فى التخلص من فضلات الطاقة. ويختفى سريان الدم فى العضلة إذا زادت قوة الانقباض العضلى الثابت عن ٦٠-٧٠٪ من القوى العظمى، ويرتبط متوسط سريان الدم فى العضلة (فى الدقيقة) أثناء العمل العضلى المتحرك بعدة عوامل خلافا لقوة الانقباض منها معدل الانقباضات ونسبة فترة الانقباض إلى فترة الارتخاء، ويزيد سريان الدم كلما قلت فترة الانقباض وزادت فترة الارتخاء فى حالة تساوى القوى ومعدل الانقباضات، ويلعب العمل العضلى الإيقاعى دورا هاما فى عملية الضخ العضلى لزيادة عودة الدم إلى القلب أثناء العمل العضلى.

نشأة الأوعية الدموية Angiogenesis

أحد الموضوعات التى جذبت الباحثين عملية نمو الأوعية الدموية الجديدة بعد الولادة والتى يطلق عليها مصطلح «أنجيوجينيس Angiogenesis» حيث يعتبر نمو الشعيرات الدموية فى الأطفال عاملا هاما للنمو الطبيعى، بينما تأخذ هذه العمليات أهميتها بالنسبة للبالغين أثناء علاج الجروح وعند نمو بطانة الرحم بعد الطمث.

وهذه العمليات أيضا تحدث تحت تأثير تدريبات التحمل لتزيد من سرعة سريان الدم إلى عضلة القلب والعضلات الهيكلية، ولهذه العمليات أهمية كبيرة بالنسبة للعلاج الطبى، حيث إن معرفة الإشارات الكيميائية المتحكمة فى هذه العمليات يمكن أن تطور وسائل علاجية جديدة لمرضين أساسيين هما السرطان وأمراض القلب التاجية (Silverthorn, ١٩٩٨) .

الانجراف القلبى الوعائى Cardiovascular Drift

عند زيادة زمن أداء الحمل البدنى وخاصة فى الجو الحار يقل حجم الدم نتيجة فقد الماء خلال العرق، بالإضافة إلى انتقال بعض الماء من الدم إلى الأنسجة، وبذلك يقل حجم الدم الكلى كلما زادت فترة استمرار الحمل البدنى وكذلك مع إعادة توزيع الدم إلى الجلد لعملية التبريد ونتيجة لذلك ينخفض ضغط القلب ويقل حجم الدم الوريدى العائد إلى نصف القلب الأيمن، وبالتالى يقل حجم الضربة ويؤدى ذلك إلى زيادة معدل القلب للمحافظة على حجم الدفع القلبى، ويطلق مع هذا تغيير الانجراف القلبى الوعائى Cardiovascular Drift.

كما يزيد ارتفاع ضغط الدم أثناء العمل العضلى الأيزومترى حينما يحاول الفرد الزفير ضد ضغط غلق الفم والأنف، ويمكن لذلك أن يزيد من الضغط الدياستولى ويقلل حجم الضربة ويدفع القلب ليعمل بشكل أصعب لدفع نفس

حجم الدم وتحدث هذه التغيرات عندما تنقبض العضلة انقباضا ثابتا أيزومتريا بنسبة ٣٠٪ من القوة القصوى، وبطبيعة الحال فإن هذا النوع من التمرينات يؤدى إلى سرعة التعب للعضلات الموضعية.

استجابات الجهاز القلبى الوعائى للتدريب

تتأثر تغيرات معدل القلب وضغط الدم أثناء التدريب بعدة عوامل، منها مكونات الحمل البدنى من حيث الشدة والدوام والحجم وكذلك الظروف البيئية المحيطة، وعلى سبيل المثال فإن معدل القلب وضغط الدم عند أى مستوى للحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين تكون أعلى عند مقارنة العمل بالذراعين عن الرجلين وكذلك فى حالة الجو الحار والرطوبة، حيث يكون معدل القلب أعلى عند مقارنة نفس حمل التدريب فى الجو البارد.

تأثير الانفعالات

يتأثر معدل القلب وضغط الدم عند أداء الأحمال البدنية الأقل من القصوى بالحالة الانفعالية للفرد فيرتفع معدل القلب وضغط الدم عند الأداء المصاحب بالانفعال مقارنة بنفس أداء الأحمال البدنية فى حالة الظروف النفسية العادية، ويرجع الفارق هنا إلى تأثير الجهاز العصبى السمبثاوى، أما فى حالة أداء الأحمال القصوى فإن الانفعال العالى يزيد معدل القلب وضغط الدم فى حالة قبل أداء الحمل البدنى ولكنه لا يؤثر عليهما أثناء الأداء.

التحول من حالة الراحة إلى حالة التدريب

تحدث زيادة سريعة فى معدل القلب وحجم الضربة والدفع القلبى فى بداية التدريب، وهذه الزيادة تحدث فى معدل القلب والدفع القلبى مع أول ثانية من أداء الحمل البدنى بعد بداية الانقباض العضلى، فإذا ما كان معدل الأداء ثابتا ومستوى الشدة أقل من مستوى العتبة الفارقة للاكتات يمكن الوصول إلى هضبة الحالة الثابتة لمعدل القلب وحجم الضربة والدفع القلبى خلال فترة ٢-٣ دقائق، ونفس هذه الظاهرة تلاحظ بالنسبة لاستهلاك الأكسجين فى بداية الحمل البدنى.

الاستشفاء من التدريب

يتم الاستشفاء بسرعة من الأحمال البدنية قصيرة الدوام منخفضة الشدة، وهناك فروق فردية فى سرعة الاستشفاء بين الأفراد وبعضهم تبعا للحالة التدريبية لكل منهم، فهى أسرع لدى الرياضيين المدربين ويتم الاستشفاء بشكل أبطأ كثيرا عند أداء الأحمال البدنية طويلة الدوام وخاصة إذا كان الأداء يتم فى الظروف الحارة الرطبة، حيث إن زيادة ارتفاع حرارة الجسم تقلل من انخفاض معدل القلب أثناء الاستشفاء بعد التدريب.

عمل الجهاز الدورى أثناء العمل العضلى المستمر

يرتفع معدل القلب والدفع القلبى مع زيادة استهلاك الأكسجين، وبالتالى يزيد توصيل الأكسجين إلى العضلات العاملة، وهذا بالتالى يؤدى إلى زيادة إنتاج ATP لإمداد الانقباض العضلى بالطاقة ويرتفع إمداد العضلة بالأكسجين حتى يصل إلى ١٠٠٪ تمشيا مع زيادة استهلاك الأكسجين حتى يصل إلى الحد الأقصى.

وترجع زيادة الدفع القلبى أثناء العمل العضلى المتحرك إلى نقص مقاومة الأوعية لسريان الدم وزيادة ضغط الدم المتوسط أثناء التدريب وكنتيجة لزيادة الضغط السيستولى فيما

يبقى الضغط الدياستولى ثابتا أثناء العمل العضلى المتحرك.

ويسبب زيادة معدل القلب والضغط السيستولى زيادة الحمل على القلب، وتزداد متطلبات عضلة القلب للتمثيل الغذائى والذى يمكن تقديره عن طريق «الناتج المضاعف» Double Produce ويزيد «الناتج المضاعف» أثناء الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين بمقدار خمسة أضعاف حجمه وقت الراحة، وهذا يعنى أن الحمل الأقصى يزيد الحمل على عضلة القلب بمقدار ٥٠٠٪ مقارنة بوقت الراحة، ويستخدم مؤشر «الناتج المضاعف» كمقياس استرشادى لوصف وتحديد التدريب لمرضى الشريان التاجى، وكمثال يشعر مريض الذبحة الصدرية بألم فى الصدر إذا ما زاد الناتج المضاعف أثناء التدريبات عن ٣٠,٠٠٠ مل؛ ولذلك يوصى الإخصائى بالحمل التدريبى الذى يصل بالناتج المضاعف لأقل من ٣٠,٠٠٠ مل؛ وهذا يقلل خطورة الذبحة الصدرية نتيجة زيادة متطلبات التمثيل الغذائى لعضلة القلب.

تأثير التدريب على الجهاز القلبى الوعائى أثناء العمل العضلى المتقطع فى حالة التدريب الفترى

Interval Training

يعتمد تحديد فترة الاستشفاء لمعدل القلب وضغط الدم بين فترات تكرار التمرين على مستوى لياقة الفرد والظروف البيئية (الحرارة - الرطوبة) وفترة دوام وشدة الحمل البدنى، ففى حالة أداء الحمل البدنى الخفيف فى البيئة الباردة يحدث استشفاء كامل خلال عدة دقائق، وإذا كانت شدة الحمل عالية أو يكون الجو حارا رطبا فيزيد معدل القلب ولا يتم الاستشفاء الكامل أثناء فترات الراحة البينية، ويرتبط عدد التكرارات للتمرين بدرجة شدة الحمل البدنى، حيث يقل عدد التكرارات كلما ارتفعت شدة الحمل البدنى.

عمل جهاز القلبى الوعائى أثناء العمل العضلى فترة طويلة

عندما يستمر الحمل البدنى لفترة طويلة وبمعدل ثابت، يتم المحافظة على حجم الدفع القلبى على حساب زيادة معدل القلب نظرا لبدء انخفاض حجم الضربة، ويطلق عادة على حالة زيادة معدل القلب ونقص حجم الضربة أثناء التدريب الانجراف القلبى الوعائى Cardiovscular Drift وذلك نتيجة تأثير ارتفاع درجة حرارة الجسم والجفاف (نقص البلازما) Dehydration.

التحكم فى الجهاز القلبى الوعائى أثناء التدريب

يتم ضبط عمل الجهاز القلبى الوعائى فى بداية التدريب بشكل سريع وبمجرد الثانية الأولى للعمل وذلك نتيجة تثبيط عمل العصب الحائر للقلب، ويلى ذلك زيادة فى تنبيه الجهاز العصبى السمبثاوى للقلب، وفى نفس الوقت يتم انبساط الشرينات فى العضلات العامة، وينعكس ذلك على رد فعل زيادة مقاومة أوعية المناطق الأقل نشاطا، وبذلك تكون النتيجة النهائية زيادة الدفع القلبى لتوفير سريان الدم الكافى لمتطلبات التمثيل الغذائى للعضلات العاملات، ويتطلب فهم التحكم فى الجهاز القلبى الوعائى فهم نظرية الأمر المركزى Entral Command Theory والذى يرجع إلى تولد إشارة حركية فى المخ، حيث تشير هذه النظرية أن تغيرات التحكم فى الجهاز الدورى تتغير مع بداية العمل العضلى المتحرك بناء على توليد إشارات عصبية حركية من الجهاز

العصبى المركزى، والذى ينتج عنها أنماط مختلفة من استجابة الجهاز القلبى الوعائى، ويعتقد أن نشاط الجهاز القلبى الوعائى يمكن أن يعدل بواسطة المستقبلات الميكانيكية لعضلة القلب Heart Mechanoreceptors والمستقبلات الميكانيكية بالعضلة Muscle Mechanoreceptors والمستقبلات الكيميائية بالعضلة Muscle Chemoreceptors ومستقبلات الضغط الحساسة Baroreceptors التى تقع فى داخل شرينات الأورطى وقوس الأورطى، حيث إن المستقبلات الكيميائية بالعضلة حساسة لزيادة التمثيل الغذائى فى العضلة (مثل البوتاسيوم وحامض اللاكتيك) فترسل إشارات إلى المراكز العليا بالمخ لكى يقوم بضبط عمل الجهاز القلبى الوعائى ليتلاءم مع متطلبات الحمل البدنى المؤدى.

وهذا النمط من التغذية الراجعة الطرفية إلى مركز الجهاز القلبى الوعائى بالنخاع المستطيل يطلق عليه مسمى رد الفعل الرافع للضغط التدريبى Exercise Presor reflex وتعتبر المستقبلات الحسية الميكانيكية (المغازل العضلية وأعضاء جولجى الوترية) حساسة للقوة وسرعة حركة العضلة، وتقوم هذه المستقبلات بإرسال إشارات حسية إلى مراكز المخ لكى تساعد فى تعديل عملى الجهاز القلبى الوعائى للاستجابة لمتطلبات أداء الحمل البدنى.

وأخيرا، فإن مستقبلات الضغط تعتبر حساسة لأى تغيرات فى الضغط الشريانى ترسل أيضا معلومات إلى مركز التحكم فى الجهاز القلبى الوعائى لكى تضيف مزيدا من المعلومات لنشاط الجهاز القلب الوعائى أثناء التدريب؛ ولهذه المستقبلات أهميتها فى تنظيم الضغط الشريانى أثناء التدريب.

وبذلك فإن «نظرية الأمر المركزى» تبدأ بإشارة حركية إلى الجهاز القلبى الوعائى فى بداية العمل العضلى تأتى من مراكز المخ العليا، ويتم التحكم الدقيق لاستجابة الجهاز القلبى الوعائى من خلال سلسلة من التغذية الراجعة من المستقبلات الميكانيكية والكيميائية للعضلة ومستقبلات الضغط الشريانية، وهناك تداخل بين هذه النظم أثناء حمل التدريب الأقل من الأقصى، غير أن هذه الآليات تصبح أكثر أهمية عند أداء الأحمال القصوى».

الملخص

• تتلخص وظائف الجهاز القلبى الوعائى الأساسى من:

١- نقل الأكسجين إلى الأنسجة وإزالة المخلفات.

٢- نقل المواد الغذائية إلى الأنسجة.

٣- تنظيم درجة حرارة الجسم.

* القلب يعتبر مضختين فى مضخة واحدة، حيث يقوم النصف الأيمن للقلب بضخ الدم إلى الدورة الرئوية Pulmonary Circulation، بينما يقوم الجانب الأيسر للقلب بضخ الدم إلى دورة الدم لجميع أجزاء الجسم.

* يتحدد حجم القلب بحجم تجويفه وكذلك سمك جدرانه بمقاييس الجسم والعمر والنشاط الحركى للإنسان، ويصل حجم القلب بالنسبة للرجال فى المتوسط ٧٠٠-٨٠٠ سم^{٣}، وللسيدات ٥٠٠-٦٠٠ سم^{٣}، ويزيد عادة بالنسبة للرياضيين بحوالى ١٠٠-٣٠٠سم^{٣}.

* تختلف عضلة القلب عن العضلات الأخرى أنها تنقبض ذاتيا، كما أن جميع ألياف عضلة القلب من نوع واحد من الألياف وهو الألياف البطيئة، وتشبه عضلة القلب العضلة الهيكلية فى أنها عضلات مخططة تحتوى على الأكتين والمايوسين وتحتاج إلى الكالسيوم لتنشيط الفتائل.

* مرحلة انقباض عضلة القلب فى دورة القلب تسمى السيستول Systole وتسمى فترة الارتخاء الدياستول Diastol.

* منظم معدل القلب The Pacemaker القلب هى العقدة السينية الأذينية SA node .

* يطلق على ضغط الدم الشريانى المتوسط أثناء دورة القلب ضغط الدم المتوسط mean arterial blood pressure.

* يمكن أن يزيد ضغط الدم بواسطة أحد العوامل؛ لأن زيادة حجم الدم زيادة معدل القلب - زيادة لزوجة الدم - زيادة حجم الضربة - زيادة المقاومة الطرفية.

* يسمى تسجيل النشاط الكهربائى للقلب أثناء دورة القلب رسميا القلب الكهربائى Electrocardiogram (ECG).

* الدفع القلبى هو ناتج معدل القلب.

* يعدل نشاط العقد السينية الأذينية لتنظيم إيقاع القلب بواسطة الجهاز العصبى الباراسمبثاوى ليخفض معدل القلب والجهاز العصبى السمبثاوى لزيادة معدل القلب.

* يزيد معدل القلب فى بداية التدريب نتيجة انسحاب الضخة الباراسمبثاوية، وعند زيادة معدل العمل العضلى يزيد معدل القلب تحت تأثير الجهاز العصبى السمبثاوى. فينظم حجم الضربة بواسطة حجم نهاية الدياستول وضغط الدم الأورطى وقوة انقباض البطينين.

* يزيد الدم الوريدى العائد أثناء التدريب نتيجة انقباض الأوعية الدموية - ضخ العضلة- ضخ التنفسى.

* يزيد توجيه الدم إلى العضلات العاملة نتيجة زيادة الدفع القلبى وإعادة توزيع الدم من الأعضاء غير النشطة إلى العضلات الهيكلية النشطة.

* يزيد الدفع القلبى تبعا لزيادة استهلاك الأكسجين أثناء التدريب، ويصل حجم الضربة إلى أقصى مستواه عند مستوى ٤٠٪ من الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين، وتكون زيادة الدفع القلبى بعد هذا المستوى على حساب زيادة معدل القلب وليس حجم الضربة.

* أثناء التدريب يزيد سريان الدم إلى العضلات العاملة، بينما يقل سريان الدم إلى الأنسجة الأقل نشاطا.

* ترجع تغيرات معدل القلب وضغط الدم أثناء التدريب إلى نوعية الحمل البدنى من حيث الشدة وفترة الدوام والظروف البيئية.

* يمكن تقدير الحمل الواقع على عضلة القلب أثناء التدريب بواسطة فحص «الناتج المضاعف» Double Product.

* يزيد معدل القلب وضغط الدم أثناء العمل العضلى بالذراعين أكثر منه بالرجلين عند نفس مستوى استهلاك الأكسجين.

* يطلق على زيادة معدل القلب أثناء العمل العضلى لفترة طويلة الجرف القلبى الوعائى Cardiovascular Drift.

* تسيطر نظرية الأمر المركزى على عمل جهاز القلب الوعائى وتعتمد على صدور إشارة عصبية مبدئية من مراكز المخ العليا لتنبه جهاز القلب الوعائى للعمل أثناء التدريب.

* يعتبر الأمر المركزى تنبيها لبداية معدل القلب أثناء التدريب، ولكن يتم ضبط نشاط جهاز القلب الوعائى بواسطة التغذية الراجعة من العضلات العاملة من خلال المستقبلات الكيميائية والميكانيكية بالعضلة ومستقبلات الضغط بالشرينات.

أهم مؤشرات القلب الرياضى

يقصد بالقلب الرياضى تلك الزيادة الفسيولوجية فى القلب والناتجة عن التدريب الرياضى، ومن أهم مؤشرات ارتفاع الحالة الوظيفية لعضلة القلب هى :

* بطء معدل القلب Bradycardia وانخفاض ضغط الدم Hypotension وتضخم القلب Hypertrophia.

* الإصابة بحالة الإجهاد المزمن لعضلة القلب وغالبا ما يكون نتيجة سوء تخطيط التدريب الرياضى.

* الاهتمام بصفة خاصة بالرياضيين الذين لديهم حالة تضخم القلب الفسيولوجى للوقاية من تحولها إلى حالة مرضية.

* يمكن التدريب والممارسة للرياضة لسنوات طويلة دون اكتشاف تضخم عضلة القلب؛ لذا يلزم التأكيد على استخدام الأشعة المقطعية فى فحص القلب الدورى لدى الرياضيين.

* الدفع القلبى = معدل القلب × حجم الضربة

$$Q = HR \times SV$$

* يؤدى تغير أوضاع الجسم فى الفراغ إلى تغيرات فى عمل القلب؛ ولذا فإن الحجم العادى للدفع القلبى يحسب من الوضع الأفقى للجسم، ويقل عند تغيير وضع الجسم من الأفقى إلى الرأسى حوالى ١٠٪ - ٢٥٪، كما يقل حجم الضربة حوالى ٤٠٪.

* يتحدد معدل القلب عن طريق إيقاع الاستثارة فى العقدة الأذينية ويحسب معدل القلب عن طريق حساب معدل النبض الشريانى أو بواسطة عد ضربات القلب على القفص الصدرى عن طريق السمع (عند الضلع الخامس من اليسار).

* يعتبر زيادة حجم الدم المدفوع مع كل ضربة من ضربات القلب من أهم أسباب سرعة سريان الدم أثناء أداء الحمل البدنى، ويزيد حجم الدفع القلبى على حساب زيادة حجم الضربة أساسا وعند ذلك ينخفض معدل القلب، وبالتالى يقل مقدار الطاقة المبذولة على عمل عضلة القلب، ولا يرتبط حجم الضربة بحجم البطينين أثناء الانبساط فقط ولكن أيضا بقوة انقباضها أثناء السيستول.

* ينتشر ضغط الدم خلال الأوعية الدموية ولكنه يكون أعلى فى الشرايين، حيث يعتبر عامة كمؤشر للصحة.

* يختلف توزيع الدم أثناء الراحة عنه أثناء التدريب، ففى أثناء الراحة يذهب إلى العضلات حوالى ١٥-٢٠٪ من حجم الدفع القلبى، بينما يذهب معظم الدم إلى أعضاء الجسم الداخلية مثل الأمعاء والكبد والطحال والكلى، ولكن أثناء التدريب تستقبل العضلات حوالى ٨٠-٨٥٪ من حجم الدفع القلبى.

* يمثل المخ حوالى ٢٪ من كتلة الجسم، وبالرغم من ذلك فهو يستهلك حوالى ٢٠٪ من الأكسچين الكلى وقت الراحة وبالتالى يحصل على نصيب يمثل حوالى ١٣٪ من حجم الدفع القلبى، أى ٧٥٠ ملليلترا.

* يستقبل القلب أثناء الراحة حوالى ٢٥٠ ملليلترا من الدم فى الدقيقة أى حوالى ٤-٥٪ من حجم الدفع القلبى.

أسئلة للمراجعة

١- ما هى الوظائف الأساسية للجهاز القلبى الوعائى؟

٢- لماذا يسمى القلب مضختين فى مضخة واحدة؟

٣- ما الفرق بين عضلة القلب والعضلات الهيكلية من حيث الخصائص الفسيولوچية؟

٤- ما رأيك فى مشكلة القلب الرياضى؟

٥- ما هى المظاهر الفسيولوچية للقلب الرياضى؟

٦- ما هى مؤشرات ظاهرة القلب الرياضى وما الفرق بينها وبين القلب غير الرياضى؟

٧- ما تأثير الرياضة بأنواعها المختلفة على حجم القلب ؟

٨- ما هى شروط التدريب الرياضى للوقاية من التأثيرات السلبية على عضلة القلب؟

٩- ما هو دور المدرب فى الوقاية من أمراض القلب لدى الرياضيين؟

١٠- ما هى الخصائص الفسيولوچية المرتبطة بالتمثيل الغذائى لعضلة القلب؟

١١- ما هو تأثير سوء تخطيط التدريب على عضلة القلب؟

١٢- ما هى سلسلة دورة القلب؟

١٣- ما هى العلاقة بين حجم الدفع القلبى وكل من حجم الضربة ومعدل القلب؟

١٤- ما هو الفرق بين الدفع القلبى لدى الرياضيين وغير الرياضيين فى كل من حالتى الراحة وحالة التدريب؟

١٥- ما هو معدل القلب وما الفرق بين الرياضيين وغير الرياضيين؟

١٦- ما هى العوامل المتحكمة فى تحديد معدل القلب أثناء الراحة وأثناء التدريب؟

١٧- ما هى العوامل المنظمة لمعدل القلب أثناء التدريب؟

١٨- ما هو الحد الأقصى لمعدل القلب وما هو معدل القلب المستهدف، وكيف أمكن الاستفادة من هذا المفهوم فى تقنين حمل التدريب؟

١٩- ما هو الفرق بين الدفع القلبى فى الوضع الأفقى والوضع الرأسى للجسم؟

٢٠- ما هى العوامل المنظمة لحجم الضربة أثناء التدريب؟

٢١- كيف يمكن للتمرينات أن تؤثر على حجم الدم؟

٢٢- ماذا تعرف عن قانون (فرانك ستارلنج) Frank Starling law ودوره فى الدفع القلبى؟

٢٣- ما هى العوامل الموضعية التى تحدد سريان الدم الموضعى أثناء التدريب؟

٢٤- قارن بين استمارة معدل القلب وضغط الدم أثناء عـمل الذراعين والرجلين؟ وما هى العوامل المسببة للفروق بين كلا الاستجابتين؟

٢٥- ما هى الوظيفة الأساسية لسريان الدم؟

٢٦- ما هى العوامل التى تزيد من عودة الدم الوريدى أثناء التدريب؟

٢٧- ما هى العوامل المؤثرة على رفع ضغط الدم الشريانى؟

٢٨- ما هى العوامل المؤثرة على إعادة توزيع الدم فى الجسم أثناء ممارسة النشاط الرياضى؟

٢٩- ضع مذكرة مـختصرة عن إمـداد الدم لكل من المخ والقلب والعضلات والتـجويف البطنى فى أثناء الراحة وأثناء العمل العضلى؟

المفردات Glossary

ضغط الدم الشريانى Arterial Blood Pressure

هو عبارة عن قوة ضغط من الدم ضد جدار الشرايين ويحددها مقدار الدم الذى يدفعه القلب ومدى مقاومة سريان الدم، وهناك كثير من العوامل التى تؤثر عليه.

الشرايين Arteries

هى الأوعية الدموية التى تنقل الدم من القلب إلى أجهزة الجسم المختلفة.

الشرينات Arterioles

هى الشرايين الصغيرة والمتفرعة من الشرايين الكبيرة.

القلب الرياضى Athletic Heart

يقصد بالقلب الرياضى تلك الزيادة الفسيولوچية فى القلب والناتجة عن التدريب الرياضى، ومن أهم مؤشرات ارتفاع الحالة الوظيفية لعضلة القلب هى : بطء معدل القلب Bradycardia وانخفاض ضغط الدم Hypotension وتضخم القلب Hypertrophia.

ظاهرة بطء معدل القلب Bradycardia

إذا قلَّ معدل القلب عن ٦٠ ضربة فى الدقيقة.

الشعيرات الدموية Capillaries

هى أصغر جزء من الأوعية الدموية، حيث تنتهى الشرايين والشرينات بمساكب Beds من الأوعية الدموية الأكثر صغرا وهى الشعيرات الدموية.

دورة القلب Cardiac Cycle

دورة القلب هى عملية تكرار انقباض وارتخاء عضلة القلب، ويسمى انقباض عضلة القلب السيستول Systole ويسمى ارتخاء عضلة القلب الدياستول Diastole.

الدفع القلبى Cardiac out put

كمية الدم التى يدفعها القلب فى الدقيقة الواحدة.

الجهاز الدورى التنفسى أو القلبى التنفسى Cardiorespiratory

الربط ما بين عمل كل من القلب والأوعية الدموية والجهاز التنفسى.

الجهاز القلبى الوعائى Cardiovascular

إن كلمة Cardio تعنى عضلة القلب و Vascular تعنى الأوعية الدموية، أى الجهاز القلبى الوعائى.

الانجراف القلبى الوعائى Cardiovascular Drift

زيادة معدل القلب للمحافظة على حجم الدفع القلبى عندما يقل حجم الدم نتيجة فقد الماء خلال العرق، بالإضافة إلى انتقال بعض الماء من الدم إلى الأنسجة، ويقل حجم الدم الوريدى العائد إلى نصف القلب الأيمن وبالتالى يقل حجم الضربة.

الجهاز الدورى Circulatory System

ويقصد بها أيضا جهاز القلب والأوعية الدموية، حيث تتم الدورة الدموية بجميع أجزاء الجسم.

النشاط الكهربائى لعضلة القلب

Electrical Activity of the Heart

تتميز عضلة القلب بمقدرة توليد إشارة كهربائية تسمى «التوصل الذاتى» Autoconduction، وهذه الميزة تسمح لعضلة القلب أن تنقبض إيقاعا بدون استثارة عصبية.

القلب **Heart**

يعتبر القلب عضوا عضليا مجوفا، ينقسم طوليا بحاجز يعزل النصف الأيمن عن الأيسر، وكل نصف ينقسم إلى أذين وبطين يفصلهما حاجز ليفى، وينتقل الدم فى اتجاه واحد من الأذينين إلى البطينين ومنهما إلى الأورطة والشرايين الرئوية بفضل صمامات توجد عند الفتحات الداخلة والخارجة من البطينين، ويرتبط غلق أو فتح الصمامات بمقدار الضغط الواقع على كلا الجانبين .

معدل القلب **Heart Rate**

يتحدد معدل القلب عن طريق إيقاع الاستثارة فى العقدة الأذينية ويحسب معدل القلب عن طريق حساب معدل النبض الشريانى أو بواسطة عد ضربات القلب على القفص الصدرى عن طريق السمع (عند الضلع الخامس من اليسار).

الحاجز مابين البطينين

Interventricular Septum

هو حاجز عضلى يفصل الجانب الأيمن عن الجانب الأيسر لعضلة القلب ليمنع اختلاط الدم فى كلا الجانبين لعضلة القلب.

أقصى معدل للقلب **Maximum Heart Rate**

هو أعلى معدل للقلب يمكن الوصول إليه عند أداء العمل البدنى الأقصى حتى التعب، وعند طرح العمر من ٢٢٠ يمكن التوصل إلى متوسط الحد الأقصى لمعدل القلب.

الدورة الرئوية **Pulmonary Circuit**

يدفع الجانب الأيمن من القلب (الذى يمثل الطلمبة اليمنى) الدم إلى الرئتين، ويتم فى الرئتين تحميل الدم بالأكسچين وتخليصه من ثانى أكسيد الكربون، وهذا الدم المؤكسد ينتقل إلى الجانب الأيسر من القلب الذى يدفعه إلى جميع أنسجة الجسم.

إعادة توزيع الدم أثناء التدريب

Redistribution of Blood During Exercise

يختلف توزيع الدم أثناء الراحة عنه أثناء التدريب، ففى أثناء الراحة يذهب إلى العضلات حوالى ١٥-٢٠ من حجم الدفع القلبى، بينما يذهب معظم الدم إلى أعضاء الجسم الداخلية مثل الأمعاء والكبد والطحال والكلى، ولكن أثناء التدريب تستقبل العضلات حوالى ٨٠-٨٥٪ من حجم الدفع القلبى، وهذا التغير سريان الدم إلى العضلات يؤدى إلى نقص سريان الدم إلى الكلى والكبد والمعدة والأمعاء.

حجم الضربة **Stroke Volume**

هو حجم الدم الذى يدفعه القلب مع كل ضربة من ضرباته.

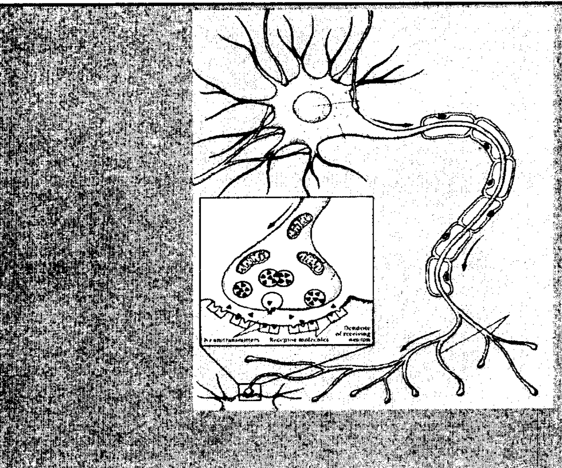
ظاهرة سرعة معدل القلب **Tachycardia**

إذا زاد معدل القلب عن ٩٠ ضربة/ دقيقة.

الأوردة **Veins**

هى الأوعية الدموية التى تنقل الدم من أجهزة الجسم المختلفة إلى القلب.







فسيولوچيا التدريب الرياضى

* الفصل الثانى عشر :

فسيولوچيا الأداء الرياضى

* الفصل الثالث عشر :

المؤثرات المختلفة على مستوى الأداء الراضى



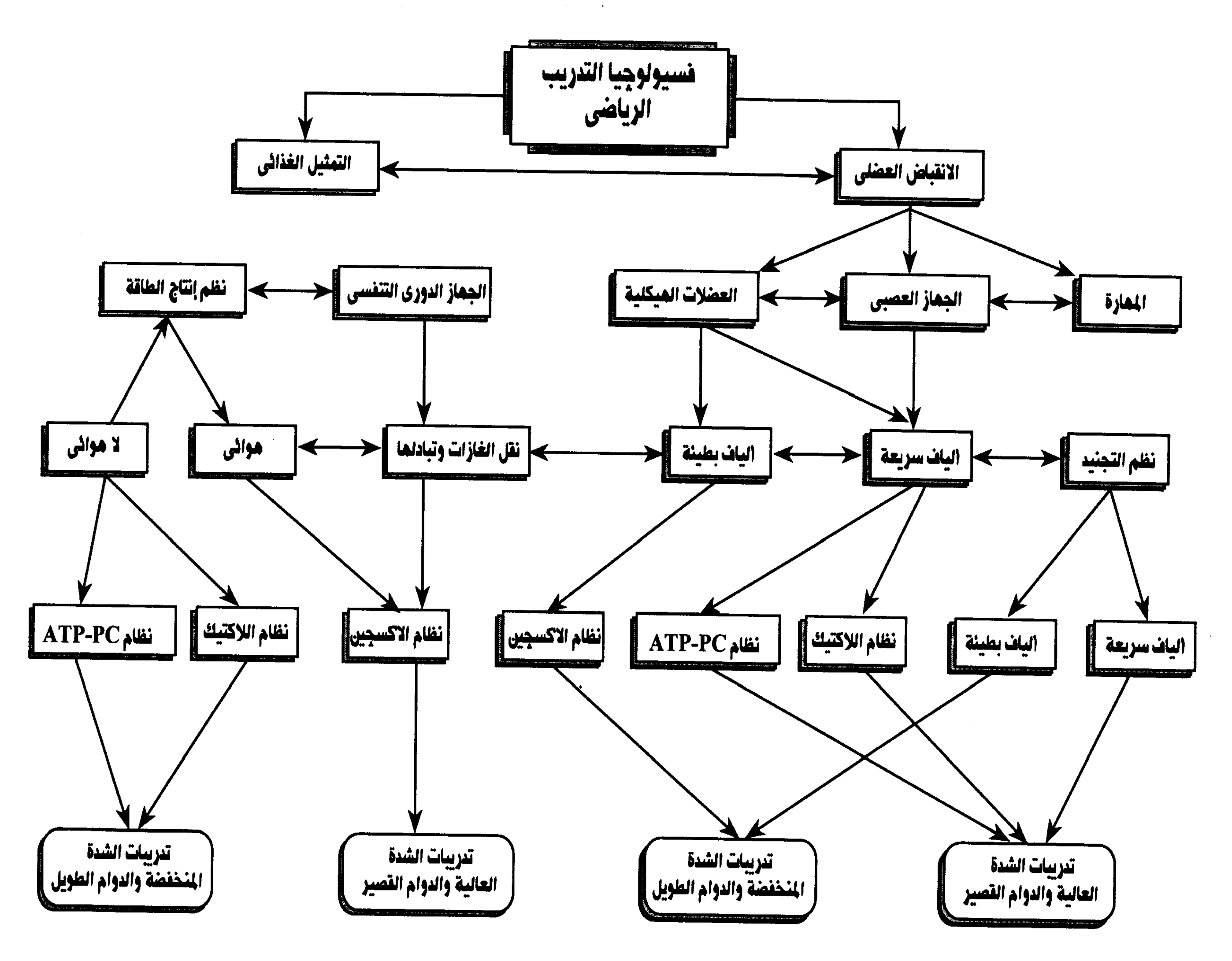
الفصل الثانى عشر

فسيولوچيا الأداء الرياضى

- التأثيرات الفسيولوجية للتدريب
- الفورمة الرياضية Sport from
- الانقطاع عن التدريب Detraining
- العودة إلى التدريب Retraining
- هضبة القوة.. وكيف يمكن التغلب عليها ؟
- التدريب الزائد Overtraining
- التجهيز للبطولات الأساسية !!! Tapering
- الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين Maximal oxygen uptake (Vo_2max)

يهدف هذا الفصل إلى:

- أن يتعرف القارئ على التغيرات الفسيولوجية التى تحدث فى أجهزة الجسم تحت تأثير التدريب الرياضى بأنواعها المختلفة.
- أن يتعرف القارئ على بعض المشكلات التى تواجه الرياضيين ذوى المستويات العليا وفى مقدمتها هضبة القوة حينما لا يتقدم مستوى القوة، بالرغم من الانتظام فى التدريب وكيفية علاج ذلك.
- أن يتعرف القارئ على ظاهرة التدريب الزائد وكيف يتعامل معه المدرب والرياضى بعد التعرف على أنواعه وأسبابه وكيفية علاجه.
- أن يتعرف القارئ على كيفية إعداد الرياضى والوصول به إلى قمة المستوى الرياضى استعدادا للمشاركة فى البطولة وحتى يظهر الرياضى بأعلى مستوى ممكن للفورمة الرياضية.
- أن يتعرف القارئ على أهمية الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين باعتباره مقياسا للقدرة الهوائية وارتباطه بكفاءة كثير من الأجهزة الحيوية للجسم وعلاقتها بالرياضيين فى أنشطة التحمل والأنشطة الأخرى.
- أن يتعرف القارئ على دور حامض اللاكتيك فى حدوث التعب العضلى وكيفية اعتبار مستوى حامض اللاكتيك فى الدم كمؤشر لتقنين أحمال التدريب.



فسيولوجيا التدريب الرياضى
التمثيل الغذائى
الانقباض العضلى
نظم إنتاج الطاقة
الجهاز الدورى التنفسى
العضلات الهيكلية
الجهاز العصبى
المهارة
لا هوائى
هوائى
نقل الغازات وتبادلها
الياف بطيئة
الياف سريعة
نظم التجنيد
نظام ATP-PC
نظام اللاكتيك
نظام الاكسجين
نظام الاكسجين
نظام ATP-PC
نظام اللاكتيك
الياف بطيئة
الياف سريعة
تدريبات الشدة المنخفضة والدوام الطويل
تدريبات الشدة العالية والدوام القصير
تدريبات الشدة المنخفضة والدوام الطويل
تدريبات الشدة العالية والدوام القصير

شكل (٩٤)

التأثيرات الفسيولوچية للتدريب

يؤدى التدريب الرياضى المنتظم إلى التكيف Adaptation ويعنى تحسين الاستجابات الفسيولوچية لأجهزة الجسم، والاستجابات هى التغيرات الفسيولوچية التى تحدث تحت تأثيرات التدريب بشكل مؤقت مثل زيادة معدل القلب والتمثيل الغذائى ودرجة حرارة الجسم وغيرها ثم يعود الجسم إلى حالته الطبيعية أثناء الراحة، ومع تكرار التدريب المنتظم تتحسن هذه الاستجابات ويمكن للفرد أن يؤدى حملا تدريبيا أعلى بنفس مستوى الاستجابات الفسيولوچية وهذا يعنى تقدم مستوى الرياضى ووصوله إلى مرحلة التكيف، وتشمل التكيفات الفسيولوچية تلك التغيرات المختلفة، سواء كانت على مستوى الخلايا أو الأجهزة المختلفة، وتختلف هذه التغيرات تبعا لاختلاف نوعية التدريب وأهدافه هل هى للصحة أو للتحمل والقوة والسرعة.

التغيرات الكيميائية

تنقسم التغيرات الكيميائية تحت تأثير التدريب إلى نوعية تغيرات هوائية وأخرى لا هوائية.

جدول (٥٨)

التغيرات الكيميائية تحت تأثير التدريب الرياضى

التغيرات الهوائية	التغيرات اللاهوائية
- زيادة محتوى الميوجلوبين. - زيادة أكسدة الجليكوجين. - زيادة عدد وحجم الميتوكوندريا . - زيادة نشاط دورة كربس والإنزيمات.	- زيادة سعة النظام الفوسفاتى ATP-PC . - زيادة مخزون العضلات من ATP و PC. - زيادة نشاط إنزيمات تحويل ATP . - زيادة سعة تكسير الجليكوجين فى غياب الأكسچين . - زيادة نشاط إنزيمات الجلكزة .
- زيادة مخزون العضلات من الجليكوچين. - زيادة أكسدة الدهون. - زيادة مخزون العضلات من الدهون. - زيادة مخزون العضلات من ثلاثى فى الجلسرين. - زيادة استهلاك الدهون كوقود. - زيادة نشاط الدهون المنشط للأحماض الدهنية.	
التغيرات النسبية فى الألياف العضلية السريعة والبطيئة .	
- زيادة السعة الهوائية لكلا نوعى الألياف. - زيادة سعة الجلكزة أكثر فى الألياف السريعة. - زيادة تضخم الألياف السريعة تحت تأثير تدريب السرعة. - زيادة تضخم الألياف البطيئة تحت تأثير تدريب التحمل.	

تغيرات الجهاز الدورى فى الراحة

توجد خمسة تغيرات أساسية تظهر فى الراحة بالنسبة للجهاز الدورى وهى :

١- زيادة حجم القلب.

٢- نقص معدل القلب.

٣- زيادة حجم الضربة.

٤- زيادة حجم الدم والهيموجلوبين.

٥- زيادة كثافة الشعيرات الدموية فى العضلات الهيكلية.

تغيرات أثناء الحمل الأقل من الأقصى

- لا تغيير أو تغيير بسيط فى استهلاك الأكسچين.
- نقص فى استخدام جليكوجين العضلة.
- زيادة فى أكسدة الدهون.
- نقص فى إنتاج حامض اللاكتيك وزيادة فى العتبة الفارقة اللاهوائية.
- زيادة فى أكسدة الأحماض الدهنية.
- نقص فى عجز الأكسچين.
- زيادة فى استخدام حامض اللاكتيك كوقود.
- زيادة فى عدد وحجم الميتوكوندريا .
- لا تغير أو تغيير بسيط فى الدفع القلبى.
- زيادة حجم الضربة.
- زيادة حجم القلب.
- زيادة انقباض عضلة القلب.
- نقص معدل القلب.
- نقص التأثيرات السمبثاوية.
- نقص سريان الدم لكل كيلوجرام من العضلات النشطة.
- زيادة فى استهلاك الأكسچين بواسطة العضلة.

تغيرات أثناء الحمل الأقصى

- زيادة الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين.
- زيادة حجم سريان الدم (الدفع القلبى).
- زيادة امتصاص العضلة للأكسچين .
- زيادة الدفع القلبى .
- زيادة حجم الضربة.
- زيادة حجم القلب (سعة تجويف البطين الأيسر) .
- زيادة قوة انقباض عضلة القلب.
- عدم تغير أو تغير قليل لمعدل القلب .
- زيادة حجم القلب.
- نقص التأثير السمبثاوى.
- نقص فى معدل منظم إيقاع القلب.
- زيادة فى إنتاج حامض اللاكتيك.
- زيادة فى نشاط إنزيمات الجلكزة
- لا تغيير فى سريان الدم لكل كيلوجرام من العضلات النشطة.
- توزيع الدم على كتلة عضلة كبيرة.

تغيرات الجهاز التنفسى

- زيادة أقصى تهوية رئوية فى الدقيقة.
- زيادة حجم هواء التنفس العادى.
- زيادة معدل النبض.

- زيادة فاعلية التهوية الرئوية.
- زيادة الأحجام الرئوية .
- زيادة سعة الانتشار.

تغيرات أخرى

تغيرات فى تركيب الجسم:

- نقص فى دهون الجسم الكلية .
- عدم تغير أو تغيير قليل فى وزن الجسم الخالى من الدهون.
- نقص فى الوزن الكلى للجسم.
- نقص فى مستويات كوليسترول وثلاثى الجلسرين فى الدم.
- نقص فى ضغط الدم أثناء الراحة وأثناء التدريب.
- زيادة فى الأقلمة للتدريب فى الجو الحار.
- زيادة فى قوة العظام والأربطة والأوتار.

الفورمة الرياضية

الفورمة الرياضية هى حالة الاستعداد المثلى للرياضى لتحقيق الحد الأقصى للنتائج الرياضية، وهى تعبر عن ارتفاع مستوى الحالة التدريبية وهى حالة الاستعداد الأمثل للجسم وارتفاع الإمكانات الوظيفية لأعضاء وأجهزة الجسم وتحسن التوافق والعمليات السيكولوچية لمواجهة المتطلبات الوظيفية العالية خلال المنافسة، مع الاحتفاظ بمستوى عال من أداء الوظائف الحركية والأعضاء الداخلية وسرعة تهيئة الرياضى للأداء الصعب، وكذلك سرعة الاستشفاء بعد التعب.

ويعرف (ماتفيف) الفورمة بأنها الحالة المثلى لاستعداد الرياضى للوصول إلى أفضل النتائج خلال دورة التدريب الكبرى «الموسم التدريبى» وتتميز بمجموعة من العلامات الفسيولوچية والطبية والنفسية المتكاملة، وهى تعد فى حد ذاتها الاتجاه المتناسق بين كافة جوانب الإعداد البدنى والمهارى والخططى والنفسى، وعندما تصبح هذه الجوانب فى أعلى مستوى لها خلال الموسم التدريبى نستطيع القول أن الرياضى قد أصبح فى الفورمة الرياضية.

كما أن مصطلح «الحالة المثلى» تتغير مواصفاته من موسم تدريب إلى آخر تبعا لتغير حالة الرياضى ومستواه.

تقويم الفورمة الرياضية

تعتبر النتائج الرياضية التى يحققها الرياضى فى المنافسة هى التقويم المباشر لمستوى الفورمة الرياضية، إلا أن النتائج الرياضية تعتبر فى حد ذاتها التقويم النهائى للموسم الرياضى، وخلافا للنتائج الرياضية يمكن أيضا تقويم الفورمة الرياضية من خلال مؤشرات تقدم المستوى الرياضى، وكذلك مؤشرات ثبات المستوى الرياضى.

مؤشرات تقدم المستوى الرياضى

يمكن تقويم الفورمة الرياضية من خلال مؤشرات تقدم المستوى الرياضى خلال الموسم التدريبى وذلك عن طريق :

١- مقدار الفرق بين مستوى الرياضى وما يتحقق خلال الموسم الحالى، وكلما زاد الفرق فى تحسن مستوى الرياضى دل ذلك على أن الرياضى قد وصل

إلى حالة الفورمة الرياضية، ويتحسن المستوى الرياضى خلال الدورة الكبرى أو الموسم التدريبى عادة فى حدود ١-٣٪ تبعا لنوع النشاط الرياضى.

٢- مقدار الفارق بين النتائج فى المنافسات الاختبارية ونتائج المحاولات التجريبية الأولى خلال الموسم التجريبى، وكلما زاد الفرق دل ذلك على اقتراب الرياضى من الفورمة الرياضية.

مؤشرات ثبات المستوى الرياضى

١- الحد الأدنى للنتائج التى يحققها الرياضى خلال القياسات أو المنافسات التجريبية والتى لا يجب أن تقل عن ٩٥-٩٧٪ من أفضل مستوى للرياضى فى الأنشطة الرياضية الخاصة بالقوة المميزة، وبما لا يقل عن ٩٨-٩٨,٥٪ لأفضل مستوى فى الأنشطة ذات الحركة الوحيدة المتكررة عدا المسافات الطويلة، وفى حالة انخفاض مستوى النتائج عن هذه النسب دل ذلك على عدم الوصول إلى الفورمة الرياضية.

٢- فى حالة تكرار تحقيق مستوى النتائج فى الحد الأدنى لها وخلال فترات بينية قصيرة يدل ذلك على ثبات مستوى الفورمة الرياضية وتحقق هذه التوقعات فى حالة ما إذا كانت المنافسات التجريبية تؤدى بمعدل مرة أسبوعيا ولا تصل الفترات البينية إلى شهر أو أكثر.

مراحل الفورمة الرياضية

تشير جميع نتائج الدراسات العلمية إلى أن تنمية الفورمة الرياضية تتم فى شكل مراحل هى كالتالى :

المرحلة الأولى

تعتبر المرحلة الأولى هى مرحلة تحسين المكونات الأساسية لظهور الفورمة الرياضية، بمعنى الارتفاع بالمستوى العام لإمكانات الجسم الوظيفية والتنمية المتكاملة للصفات البدنية وتشكيل المهارات الحركية الأساسية.

المرحلة الثانية

تتميز بالثبات النسبى للفورمة الرياضية فى شكلها التمهيدى، ويعتبر أى خلل نقصا فى الجوانب التكوينية لما أمكن بناؤه لتحقيق الفورمة الرياضية، ويلاحظ خلال هذه المرحلة ظاهرة التذبذب فى تحقيق النتائج الرياضية.

المرحلة الثالثة

تتميز هذه المرحلة باتجاهية عمليات التكيف نحو الاستشفائية وبناء على ذلك يتم فقد الفورمة الرياضية تدريجيا. والسؤال الهام هنا هو :

لماذا لا يمكن الاحتفاظ بمستوى الفورمة الرياضية بصفة دائمة؟

وتتضح الإجابة على هذا السؤال مما يلى :

١- تعتبر الفورمة الرياضية نهاية لدرجة معينة من ارتفاع الأحمال التدريبية التى تكيف معها الجسم، ولكى تحقق فورمة أعلى يجب أن يتم استخدام أحمال تدريبية أخرى أعلى من الأحمال التى استخدمت لتحقيق الفورمة الحالة.

٢- تتخذ أى صفة بدنية خلال مراحل تنميتها شكل منحنى يصعد إلى القمة ثم يهبط إلى القاعدة مرة أخرى، وتزداد مساحة هذا المنحنى واستمراره لفترة أطول كلما طالت فترة الإعداد والتدريب، بمعنى أن ما يكسبه الرياضى بسرعة يفقده أيضا بسرعة وعلى العكس من ذلك، إن ما يكتسبه الرياضى على مدى فترة طويلة من الزمن تطول الفترة اللازمة لفقده، وخلال المراحل المختلفة للموسم الرياضى يرتفع مستوى الصفات البدنية وتأخذ فى تنميتها شكل المنحنى الصاعد والمنحنى الهابط خلال الموسم التدريبى بما لا يجعل هناك إمكانية للاحتفاظ بمستوى الفورمة على أعلى درجة لها بصفة مستمرة.

٣- يصعب الاحتفاظ بمستوى النشاط البيولوجى للجسم على درجة عالية لفترة طويلة حيث يخضع هذا النشاط إلى متغيرات البيئة الداخلية والخارجية والإيقاع الحيوى الطبيعى الذى لا يجعله يستمر دائما على مستوى ثابت.

فترات نمو الفورمة الرياضية خلال الموسم التدريبى

يقسم الموسم التدريبى إلى فترات زمنية مختلفة تهدف كل فترة إلى تحقيق بعض الواجبات الأساسية، ويرجع سبب ذلك إلى اختلاف مراحل نمو الفورمة الرياضية بحيث تهدف كل فترة من فترات الموسم التدريبى إلى تحقيق أهداف إحدى مراحل نمو الفورمة الرياضية الثلاث هى:

الفترة الأولى

ويتم خلالها تنمية الأساسيات اللازمة لبناء الفورمة الرياضية، وتتفق هذه الفترة مع مرحلة الإعداد التمهيدية وتستغرق ٣-٤ أشهر خلال الموسم نصف السنوى، و ٥-٧ أشهر خلال الموسم السنوى، وتقل عن ٣-٤ أشهر فى حالة المواسم الأقل فى فترتها الزمنية الكلية.

المرحلة الثانية

وهى فترة المحافظة على الفورمة الرياضية، وتتم خلال فترة المنافسات التى تستمر من ١,٥-٢ شهر إلى ٤-٥ أشهر.

المرحلة الثالثة

وتتفق مع فترة فقد الفورمة الرياضية وتتمشى مع الفترة الانتقالية خلال الموسم التدريبى.

الانقطاع عن التدريب Detraining

يتطلب تحقيق التقدم فى المستوى الرياضى الانتظام فى التدريب، ولكن فى بعض الأحيان ينقطع الرياضى عن التدريب لفترة ما، وهذا يؤدى إلى انخفاض مستواه الفنى والبدنى نتيجة انخفاض ما اكتسبه من تكيفات خلال برامج التدريب وتختلف سرعة فقد الرياضى لهذه التكيفات الفسيولوجية من عدة أسابيع إلى عدة أشهر، وعلى سبيل المثال يؤدى انقطاع الرياضى عن التدريب إلى حدوث انخفاض كبير فى كل من الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين والكفاءة البدنية والهيموجلوبين الكلى وحجم الدم.

الاحتفاظ بالمستوى التدريبى Maintenance

يعتبر الانتظام فى التدريب من سنة إلى أخرى إحدى وسائل الاحتفاظ بما اكتسبه الجسم

من فوائد التدريب، ويمكن بالرغم من ذلك الاحتفاظ بالمستوى الذى أمكن التوصل إليه لعدة شهور، ولكن يكون التخفيض فى التدريب على حساب عدد مرات التدريب الأسبوعية وليس على حساب شدة الحمل البدنى، وعلى سبيل المثال فإن تقليل عدد مرات التدريب من ٣ أيام إلى يومين فى الأسبوع يمكن الاحتفاظ بمستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين لمدة ١٠ أيام على الأقل.

عندما ينقطع الرياضى عن التدريب ليعرض إلى فقد ما اكتسبه من لياقة بدنية وفسيولوچية وسوف نستعرض فيما يلى تأثير الانقطاع عن التدريب على عناصر اللياقة البدنية الأساسية.

تغيرات القوة العضلية

تحدث تغيرات سريعة فى القوة العضلية، فإذا ما تم تحديد حركة أحد أطراف الجسم تعرض للكسر، وهذه التغيرات تحدث خلال عدة أيام، حيث يقل حجم العضلات ويحدث ما يسمى الضمور Atrophy إذا ما استمرت العضلة فى حالة عدم النشاط وبالتالى ينخفض مستوى القوة والقدرة العضلية، ونفس هذه التغيرات تحدث ولكن بدرجة أقل عند الانقطاع عن التدريب، ففى بعض الدراسات وجد عدم تغير فى مستوى القوة العضلية بعد أربعة أسابيع من الانقطاع عن التدريب، بينما فى دراسة أخرى بعد الانقطاع عن التدريب لمدة سنة وجد أن مستوى القوة العضلية انخفض ٤٥٪ من المستوى الذى تم تحقيقه خلال فترة ١٢ أسبوعا من التدريب، ويرجع ذلك الانخفاض إلى ضمور العضلة وإلى عدم مقدرة الجهاز العصبى على تجنيد بعض الألياف العضلية.

تغيرات التحمل العضلى

ينخفض التحمل العضلى بعد التوقف عن التدريب لمدة أسبوعين، ويرجع ذلك إلى بعض الوظائف الفسيولوچية منها انخفاض عوامل الأكسدة مثل نشاط الإنزيمات وحجم الجليكوجين، وكذلك زيادة حامض اللاكتيك، غير أن هذه التغيرات لا تحدث إلا خلال أسبوع أو أسبوعين من الانقطاع عن التدريب، ولا تتغير فى فترة قصيرة ولكن إذا طالت هذه الفترة يمكن أن تعود الألياف السريعة التى تحولت إلى بطيئة إلى طبيعتها مرة أخرى لتصبح أليافا سريعة، وتقل كثافة الشعيرات الدموية.

تغيرات السرعة والرشاقة

من المعروف أن تأثير التدريب لتنمية السرعة والرشاقة يعتبر قليلا إذا ما قورن بتأثير التدريب لتنمية القوة العضلية والتحمل والمرونة والتحمل الدورى؛ ولذلك فإن فقد السرعة والرشاقة نتيجة الانقطاع عن التدريب يعتبر قليلا نسبيا، كما أن الاحتفاظ بالقمة لهذه الصفات أثناء الموسم التدريبى يعتبر أيضا محدودا، كما يمكن خلال فترة تدريب قليلة استعادة المستوى مرة أخرى.

تغيرات المرونة

يفقد الرياضى المرونة بسرعة جدا إذا ما انقطع عن التدريب؛ لذلك يجب التركيز على تنمية المرونة طوال الموسم التدريبى حتى خلال الفترة الانتقالية، ويمكن للرياضى استعادة مستوى المرونة خلال فترة قصيرة أيضا.

تغيرات التحمل الدورى التنفسى

يتأثر الجهاز الدورى بالانقطاع عن التدريب، حيث يؤدى الرقود لمدة ٢١ يوما إلى

تغيرات ذكرها (ويلمور وكوستيل) ١٩٩٤ Wilmore And Costill فى زيادة معدل القلب عند أداء الحمل الأقل من الأقصى، ونقص كل من حجم الضربة عند الحمل الأقل من الأقصى وأقصى دفع قلبى بنسبة ٢٥٪، ونقص الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين بنسبة ٢٧٪.

وتشير الدراسات الحديثة أن نقص حجم الدم يؤدى إلى نقص حجم الضربة، حيث يقل حجم الدم ٩٪ ويقل حجم الضربة وحجم البلازما ١٢٪ نتيجة الانقطاع عن التدريب لعدة أشهر، وبالتالى ينخفض الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين ٩,٥٪ ويكون انخفاض التحمل الدورى التنفسى أكثر من انخفاض القوة والقدرة والتحمل العضلى لنفس فترة الانقطاع عن التدريب، وللاحتفاظ بالمستوى الذى أمكن الوصول إليه بالنسبة للحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين يمكن التدريب بما لا يقل عن ثلاث مرات فى الأسبوع، ويجب أن تكون شدة حمل التدريب لا تقل عن ٧٠٪ من الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين.

العودة إلى التدريب Retraining

العودة إلى مستوى اللياقة البدنية فترة الانقطاع عن التدريب تعبر على مستوى لياقة الفرد البدنية وعلى طول فترة الانقطاع عن التدريب، ويعتبر الرياضيون ذوى المستويات العليا أكثر الرياضيين فقدا لمستوى لياقتهم عند الانقطاع عن التدريب ويكفى فترة الانقطاع عن التدريب لمدة ٢-٣ أسابيع لحدوث ما يلى :

- نقص نشاط إنزيمات الأكسدة من ١٣٪ إلى ٢٤٪.
- نقص زمن الأداء بنسبة ٢٥٪.
- نقص الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين بنسبة ٤٪.

وبعد العودة للتدريب أمكن فقط الوصول إلى مستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين بعد خمسة عشر يوما، وبعد العودة للتدريب يصعب عودة عمل المفاصل فى مداها الكلى بسرعة؛ لذلك ينصح أن تؤدى بعض التمرينات الأيزومترية وتمرينات المرونة أثناء فترة الإصابة بما لا يؤثر سلبا على حالة الإصابة.

هضبة القوة.. وكيف يمكن التغلب عليها

ما المقصود بهضبة القوة؟

تناول (شات تاكت Caht Tackett) موضوع هضبة القوة وكيفية التغلب عليها من خلال أفكار جيدة، نحاول أن نستعرض تلك الأفكار فى مواجهة توقف نمو مستوى الرياضى فى عنصر القوة العضلية بالرغم من تدريبه المستمر.

وتعتبر هضبة القوة المشكلة الحيوية التى تواجه المدربين فى المجال التطبيقى وخاصة لمتسابقى الوثب والرمى، حيث يتدرب الرياضى موسما رياضيا كاملا مع التركيز الكامل لتنمية القوة العضلية، إلا أن الناتج قد يساوى صفرا فى بعض الأحيان أوقد لا يحدث تقدم يعادل الجهد والوقت الذى بذل فى التدريب، وهذا ما يطلق عليه «الهضبة Plateau».

وهذه الحالة تعتبر حالة طبيعية فى برامج التدريب لا تدعو إلى القلق ويمكن للمدرب التغلب عليها.

أولا : المبادئ الأساسية للتغلب على هضبة القوة

سوف نستعرض فيما يلى خمسة مبادئ أساسية لتنويع التدريب كوسيلة للتغلب على هضبة القوة وهى :

١- تغيير طريقة تنفيذ التدريب

تعتبر طريقة التدريب إحدى المؤثرات الهامة على حدوث هضبة القوة أو التغلب عليها، حيث إن استخدام أسلوب واحد للتدريب دون التغيير يمكن أن يدعو إلى شعور الرياضى بالملل، وقد يسبب عدم حدوث تقدم بعد ذلك فى مستوى القوة العضلية.

لذلك يعتبر مبدأ تغيير طريقة تنفيذ التدريب الوسيلة الرئيسية الأولى فى مواجهة هضبة القوة للعضلة، ويتم تحقيق ذلك من خلال استخدام أدوات وأجهزة تدريب مختلفة، ومثال ذلك استخدام وسيلة تدريب أخرى ما بين أجهزة (المالتى جيم) أو الأثقال الحرة أو الدمبلز أو الكرة الطبية لأداء نفس التدريب .

كما يمكن تغيير أجهزة التدريب بشكل يومى، بمعنى أنه إذا استخدمت الأثقال الحرة (Barbell) فى تمرين ضغط البنش (Bench Press) فيجب التغيير فى وسيلة التدريب لأداء نفس التدريب فى اليوم الثانى باستخدام الدمبلز (Dumbbells) أو الأجهزة (Machine) لأداء نفس التمرين، وهذه إحدى وسائل التغيير التى تساعد على كسر حاجز الملل والجمود وتجعل التدريب أكثر مرحا وجاذبية للرياضى.

٢- محاولة استخدام تمرينات جديدة

يحدث التكيف فى الجهاز العصبى العضلى (Neuromuscular) تبعا لأسلوب تنفيذ التمرين المستخدم وطبيعته، وحتى لا يتكرر ذلك كثيرا، يجب استخدام أنواع مختلفة من التمرينات لتحقيق نفس الهدف، وهذا وحده يدعو إلى حدوث مزيد من التطور فى مستوى القوة، فإذا كانت جميع التمرينات المستخدمة تهدف إلى تنمية قوة عضلات الصدر فإن استخدام أنواع جديدة من التمرينات يؤدى إلى مشاركة مجموعات أخرى من الألياف العضلية التى لم تكن تشارك فى العمل العضلى من قبل، وهذا يؤدى إلى تحسين عمليات التكيف الفسيولوچى ويرفع من مستوى الأداء.

٣- التغيير فى ترتيب تنفيذ التمرينات

يساعد التغيير فى ترتيب تنفيذ التمرينات داخل الجرعة التدريبية أيضا فى التغلب على هضبة القوة.

فمثلا: إذا كان دائما يستخدم تمرين ضغط الصدر (Bench Press) فى بداية جرعة التدريب يمكن استخدام تمرين آخر أولا واستبدال ترتيبه ليكون هذا التمرين مكان التمرين الآخر.

وهذا يجعل التمرين الذى كان يؤدى دائما فى بداية الجرعة وحالة العضلات نشطة، يؤدى فى ترتيب متأخر وحالة العضلات متعبة .

كما يحدث العكس بالنسبة للتمرين الذى كان يأتى ترتيبه متأخرا فيؤدى هذه المرة وحالة العضلات نشطة فى بداية الجرعة التدريبية.

ومثل هذه التغيرات فى ترتيب التمرينات داخل جرعة التدريب لا شك فى أنها تجعل العضلات تتدرب فى ظروف فسيولوچية مختلفة مما يضيف نوعا جديدا من التأثيرات الفسيولوچية لاختلاف الحالة الفسيولوچية للعضلات عند أداء التمرين فى ترتيب يختلف عن ترتيبه المعتاد.

٤- التغييرات فى عدد مجموعات التمرينات

تعتبر طريقة التغيير فى عدد مجموعات التمرينات من الأساليب الهامة للتغلب على الهضبة فإذا استخدم المدرب طريقة المجموعات المتعددة (Multiple Sets) لكل تمرين (أى أداء مجموعتين إلى ثلاث مجموعات لكل تمرين) فيمكن للمدرب التغير باستخدام مجموعة واحدة (Multiple sets) (بمعنى أداء تكرارات التمرين الواحد لمرة واحدة) أو أداء مجموعتين، وعلى العكس من ذلك فإذا كان المدرب يستخدم نظام المجموعة الواحدة أو المجموعتين فإنه يمكن أن يغير ذلك باستخدام المجموعات المتعددة أى ثلاث مجموعات لكل تمرين، ويمكن أيضا التغيير فى المقاومة والتكرارات وعلاقتها، حيث إن ذلك له تأثيره على تكيف الجهاز العصبى العضلى لنوع واحد من التمرينات.

وعلى سبيل المثال فإذا كان الرياضى يتدرب باستخدام ١٠ تكرارات لمقاومة وزنها ٤٠ كيلوجراما وتحدث الهضبة فإنه يمكن أن يغير إلى ١٢ تكرارا لمقاومة وزنها ٣٥ كيلوجراما، فإن ذلك يؤدى إلى زيادة فى اكتساب القوة العضلية، وعلى العكس فإذا كان استخدام ١٢ تكرارا لمقاومة وزنها ٧٠ كيلوجراما يؤدى إلى الهضبة فيمكن التغيير إلى ٨ تكرارات لمقاومة وزنها ٨٠ كيلوجراما مما يؤدى إلى مزيد من استثارة الألياف العضلية.

ويجب تجنب زيادة طول فترة التدريب باستخدام نفس المقاومة وعدد التكرارات.

ويجب الالتزام بأهداف التدريب عند التغيير فى عدد التكرارات أو مقدار المقاومة، سواء كان الهدف هو القوة العظمى أو القوة المميزة بالسرعة أو تحمل القوة، حيث إن لكل نوع من أنواع القوة مواصفات لتشكيل الأحمال التدريبية الخاصة به.

٥- اتخاذ القرارات بالتغيير

يجب أن يتذكر المدرب أنه إذا ما استمر فى استخدام أسلوب واحد ونوعية واحدة من التمرينات ونفس الأدوات ونفس الأجهزة دون اتخاذ قرارات بالتغيير بشكل مستمر فإن نتيجة ذلك حدوث الهضبة.

ولكن إذا ما اتخذ المدرب قراراته بالتغيير بصفة مستمرة، فإن ذلك يمنع الملل ويجعل التدريب أكثر جاذبية ويتجنب حدوث الهضبة.

ويجب أن يعرف المدرب أن التحدى الذى يواجهه للتغلب على الهضبة أو الوقاية منها ليس مجرد معرفته بمعلومات جديدة أو تمرينات جديدة ولكن التحدى الأكبر هو قدرته على اتخاذ قرارات بالتغيير والتنوع المستمر وتجربة أساليب جديدة فى التدريب والبحث المستمر، لجعل تدريبه أكثر جاذبية ومرح ويتجنب حدوث الملل.

ويجب أن يكتسب المدرب عادة التغيير والتنويع فى تصميم وتنفيذ جرعاته التدريبية.

ومن المعروف أن عملية التغيير تعتبر عملية صعبة لدى بعض الناس وخاصة عند تحقيق مستويات رياضية عالية.

ثانيا: التدريب الموزع للتغلب على هضبة القوة

يستخدم معظم الرياضيين المبتدئين عند بداية التدريب على القوة النظام التالى:

أيام التدريب : ٢-٣ أيام فى الأسبوع.

التمرينات المستخدمة : تمرين واحد لكل

مجموعة عضلية مع تدريب جميع المجموعات العضلية للجسم فى جرعة التدريب الواحدة.

ويعتبر هذا النظام أسلوبا آمنا يساعد على بناء القوة العضلية وتطوير النغمة العضلية، غير أن استمرارية التدريب بهذه الطريقة لمدة طويلة لا شك أنها ستؤدى إلى حدوث هضبة القوة وعدم تقدم النتائج.

وحتى يمكن التغلب على هضبة القوة فى هذه الحالة وتحقيق تقدم أكثر فى مستوى القوة العضلية مع زيادة شدة التمرين واستخدام أكثر من تمرين واحد للمجموعة العضلية الواحدة.

فيجب استخدام ما يسمى بالتدريب الموزع (Split Training) وفى هذه الطريقة يتم توزيع أيام التدريب على نوعين من التمرينات وذلك بحيث يتم تدريب مجموعة عضلية مختلفة فى أيام مختلفة بعكس الطريقة الأولى التى كانت تعتمد على تدريب جميع المجموعات العضلية للجسم فى كل جرعة تدريبية باستخدام تمرين واحد فقط لكل منها، ومثال على ذلك ما يلى:

جدول (٥٩)

توزيع التمرينات على المجموعات العضلية خلال الأسبوع

أيام الاسبوع	المجموعات العضلية
السبت والثلاثاء	الصدر - الأكتاف - العضلة ذات الثلاث رءوس العضدية - البطن.
الأحد والأربعاء	الرجلان - الظهر - العضلة ذات الرأسين- البطن.
الإثنين	راحة أو تدريب هوائى للجهاز الدورى والتنفسى.

وهذه الطريقة للتدريب يطلق عليها أيضا طريقة نظام الدفع / الشد (Push/Pull Routine)، ولزيادة شدة التمرين يمكن إضافة ٢-٣ تمارين لكل مجموعة عضلية، وتتميز هذه الطريقة بإمكانية دفع كميات أكبر من الدم إلى العضلات لمرتين أو ثلاث مرات، وهذا يزيد من شدة التمرين، وعند مقارنة طريقة التدريب الموزع بالطريقة غير الموزعة فإن تفوق طريقة التدريب الموزع تتضح عندما نريد إضافة تمرينين لكل مجموعة عضلية إلى التمرين الواحد المستخدم، ونظرا لأن ذلك سوف ينطبق على جميع المجموعات العضلية بالجسم، فإن ذلك سوف يستقطع وقتا طويلا خلال جرعة التدريب الواحدة عندما يتم تدريب ٨-٩ مجموعات عضلية بعكس استخدام ٤-٥ مجموعات عضلية فى نظام التدريب الموزع، كما أن تكرار تدريب نفس المجموعات العضلية فى جرعة التدريب التالية سوف يؤدى إلى الإجهاد، بعكس طريقة التدريب الموزع، حيث يتم التبديل بين المجموعات العضلية تبعا للأيام المختلفة مما يعطى فرصة كافية

من الوقت للاستشفاء لهذه المجموعة العضلية. ويتميز التدريب الموزع بإمكانية التركيز على المناطق المختلفة لكل عضلة.

وعلى سبيل المثال، إذا أردنا تدريب عضلات الظهر نجد أن المجموعات العضلية للظهر تنقسم إلى الجزء الأعلى والأوسط والأسفل، فإذا ما أردنا تنفيذ تمرين واحد فقط فى أسلوب التدريب غير الموزع فإنه من الصعوبة عزل مناطق الظهر الثلاث، على العكس من ذلك عند التدريب باستخدام التدريب الموزع، حيث يمكن تدريب كل منطقة من المناطق الثلاث، وكذلك عند تدريب عضلات الصدر يمكن استخدام الضغط المسطح (Flat Banch (press لمنتصف عضلات الصدر والضغط المنحدر Incline (Nench Press لمنطقة أعلى الصدر والضغط العميق على المتوازى (Dips) لمنطقة عضلات الصدر المنخفضة والخارجة.

ويعتبر نظام الدفع أو الشد Push/pull Routine أكثر طرق التدريب الموزع فاعلية وهو يؤدى بالأسلوب الآتى :

فى اليوم الأول

يتم تدريب جميع العضلات المشتركة فى حركة الدفع، مثل عضلات الصدر والأكتاف وذات الثلاث رءوس العضدية والبطن، وعندما تعمل عضلات الصدر والأكتاف وذات الثلاث رءوس العضدية حركة الدفع فإنها جميعها تعمل فى شكل متزامن تعاونى، ومثال على ذلك فإن استخدام تمرين ضغط الصدر (Bench press) يستخدم أساسا عضلات الصدر، ولكن بالرغم من ذلك فإن التدريب يعم بالفائدة أيضا عضلات الأكتاف والعضلة ذات الثلاث رءوس العضدية بشكل غير مباشر.

ويرجع السبب فى فاعلية فائدة هذا النوع من التدريب هو تأثيره المضاعف مرتين، حيث تأخذ المجموعات العضلية فترة كافية من الراحة أكثر من عدد الأيام المحدد، على أن يكون اليوم الرابع للتدريب السهل، ويجب ملاحظة أن المدرب إذا لم يكن لديه المهارة الكافية يمكن أن يفقد هذا النوع من التدريب ببساطة وسهولة.

ولنأخذ مثلا توزيع جدول التدريب بحيث يتم تدريب المجموعات العضلية للصدر والأكتاف فى أيام منفصلة بحيث يتم فى اليوم الأول تدريب عضلات الصدر وذات الثلاث رءوس، واليوم الثانى يتم تدريب عضلات الظهر والأكتاف، غير أن عضلات الصدر والأكتاف تقوم بأداء تمرينات الدفع.

وفى اليوم الثانى

يتم تدريب الأكتاف (بطريقة غير مباشرة) وللمرة الثانية وبدون فترة راحة كافية، وفى هذه الحالة فإن هذه العضلات تقوم بتمرينات الشد، وبهذه الطريقة يمكن استخدام نظام الدفع أو الشد ٢-٣ أيام فى الأسبوع.

وتعتبر طريقة الدفع أو الشد مفيدة لسبب آخر، وهو أنه أثناء وقت تدريب المجموعة العضلية الأولى لكل برنامج مثل تمرين الصدر فى نظام الدفع فإن عضلات الكتفين وذات الثلاث رءوس العضدية يتم تدريبها ايضا بطريقة غير مباشرة، وبنفس الطريقة فبعد أداء تمرينات الظهر فإن العضلة ذات الرأسين تكون قد تدربت بطريقة غير مباشرة، وفى معظم الأحوال يمكن تقليل

حمل التدريب أو شدته على الذراعين بنسبة حوالى ٤٠٪ من الاحتفاظ بعامل النمو والقوة كما هو أو حتى يمكن تحسينه وبذلك فإن استخدام نظام الدفع أو الشد يؤدى إلى زيادة قوة الذراعين بشكل أسرع وبشغل أقل ووقت تدريب أقل.

وبالرغم من كل هذه التغيرات والتنوعات فإن الهضبة قد تحدث أخيرا حتى مع نظام الدفع أو الشد. وفى هذه الحالة فإن أفضل طريقة للتغلب على الهضبة هى توزيع مختلف المجموعات العضلية على جرعة التدريب أو تدريب مجموعتين عضليتين فقط فى كل يوم وبحيث يكون التدريب مختلفا خلال الثلاثة أيام الخاصة بالبرنامج التدريبى.

ومثال على ذلك ما يلى :

اليوم الأولى : تدريب الصدر والأكتاف والظهر والبطن.

اليوم الثانى : تدريب الرجلين وذات الرأسين وذات الثلاث رءوس، مع مراعاة أن يكون هناك يوم للراحة بين اليوم الأول والثانى لعدم شغل وتدريب الصدر والعضلة ذات الثلاث رءوس فى يومين متتاليين، ويطبق نفس الوضع بالنسبة لعضلات الظهر والعضلة ذات الرأسين العضدية.

مثال آخر:

السبت : تدريب الصدر والعضلة ذات الثلاث رءوس.

الإثنين : تدريب الرجلين والعضلة ذات الرأسين العضدية.

الأربعاء : تدريب الأكتاف والظهر.

وبهذه الطريقة لا تتعرض أى مجموعة عضلية للتدريب الزائد Overtrained لوجود يوم واحد للراحة على الأقل بين أيام التدريب.

وهناك العديد من التشكيلات التدريبية التى يمكن استخدامها، غير أنه يجب دائما أن نتذكر إعطاء فرصة كافية للراحة لكل مجموعة عضلية وخاصة عند التدريب باستخدام الدفع منفصلا عن الشد، مثل استخدام الدفع لعضلات الصدر والأكتاف وذات الثلاث رءوس والشد لعضلات الظهر وذات الرأسين العضدية.

يجب دائما أن نتذكر أن الاستمرار فى التدريب باستخدام نظام واحد سوف يؤدى فى النهاية إلى حدوث الهضبة وبذلك نفقد طاقة ووقتا دون عائد أو فائدة.

لذلك فمعرفة أنواع كثيرة من طرق التدريب، مثل طريقة التدريب الموزع يمكن أن يقى من حدوث الهضبة، وهنا يتوقف الأمر على قدرة المدرب على اتخاذ القرار بالتنويع والتغيير والبحث عن طرق جديدة لمنع الملل والوقاية من حدوث الهضبة .

ثالثا: بعض طرق التدريب للتغلب على هضبة القوة

١- تدريب المجموعات الممتازة Super Set Training

يعتبر هذا النظام التدريبى أكثر نظم التدريب لزيادة الشدة مع التنويع فى نفس الوقت مع الاقتصاد فى الجهد أيضا ويطلق عليه مصطلح (Super Set Training) أو (Super Sets).

ويعتمد تنفيذ هذا النظام التدريبى على استخدام عدة مجموعات لتمرينين مختلفين لكنهما يركزان على نفس المجموعة العضلية، بحيث يؤدى أحد التمارين لهذه المجموعة يليه

مباشـرة وبدون فترة راحة، تنفيذ التـمرين الثانى ولكن المجموعة العضلية المقابلة.

وكمثال على ذلك، عند أداء مـجموعة من تمرين ثنى الذراعين بالثـقل للعضلة ذات الرأسين العضدية وهى العـضلة المثنية للذراع. . ويتم فورا الانتقـال إلى أداء تمرين آخر لـلعضلات البـاسطة للـذراع وهى العــضلة ذات الثـلاث رءوس العضـدية، أو مثلا أداء تمرين للعضـلات الباسطة للرجلين يليـه فورا تمرين آخـر عكس العـضلات المثنية للرجلين وتؤدى تكرارات من ٨-١٠ مرات بدون راحة أو براحة قليلة بين المجموعات.

ويسـتخـدم هذا النظام مع مـجـمـوعتـين عضليتين مـختلفتين ولكن بينهما علاقـة مشتركة بحيث تكون إحـداهما عضـلات عاملة أساسـية (Agonist) والأخـرى عـضـلات مـقـابلة لهـا (Antagonist) بحيث تنقبض إحـدى المجموعتين بينمـا تسـترخى المجـموعـة المقـابلة لها. . مـثل العضلة ذات الرأسين والعضلة ذات الثلاث رءوس العـضدية وكـذلك عضـلات الصدر وعـضلات الظهـر، وكـذلك عضـلات الفـخـذ الأمـاميـة وعضلات الفخذ الخلفية.

وتساعد هذه الطريقة على توجيه الدم نحو العـضـلات العـاملة بـشكل أسـرع لتـقـارب المجموعات العضلية من بعضها البعض.

٢-التدريب بالمساعدة Assisted Training

يطلق على هذا النوع من التـدريب أحيـانا «التكرارات القـسـرية Forced Reps » وفى هذا النوع من التـمـرينات تقل المقاومـة عندمـا تصل العضلة إلى التعب وعدم قـدرتها على الاستمرار فى مـواجهـة المقاومـة بنفس الدرجـة، وهنا يتم مـسـاعدة الريـاضى على الأداء بواسطة الزمـيل ليؤدى تكرار التمرين ٢-٣ مرات بعد وصوله إلى حالة التعب.

ومـثـال على ذلك، عندمـا يؤدى الرياضى تمرينا معينا عشر مرات بمقاومة أربعين كيلوجراما، وعندما يتعب عند وصوله إلى التكرار العاشر يقوم الزميل بالمساعدة حـتى يستمر الرياضى لأداء ٢-٣ تكرار وهو فى حـالة التعب، وبهذه الطـريقة يتم تنبيه ألياف عضلية إضافية تزيد من شدة التمرين.

٣-تدريب العشر ثوان Ten-Second Training

تسـمى هذه الطريقـة تدريب العشـر ثوان؛ لأن هذا النوع من التـدريب يعتـمد أداء التـمرين ببطء وخلال فـترة (١٠ ثوان)، وهذا البطء يقلل من دور القوة الدافعة لاستمرار التكرارات ويتطلب جـهدا عـضليا أكـبر، وقـد يتطلب الأمـر تقليل المقـاومـة أو عـدد التكرارات؛ لأن الأداء البطىء سوف يزيد من سرعة حدوث التعب.

٤-التدريب السلبى Negative Training

يمـكن أداء هـذا النـوع من التـــــدريب بطريقتين:

أولاهما: تعتبر طريقـة عالية الشدة وتتطلب أن يقوم الزميل بمقاومة إضـافية فى المرحلة السلبية للأداء.

ومـــثـال عـلى ذلك، عند أداء تمريـن ثنى الذراعـين بالأثقـال لأعلى، يقوم الزمـيل بعـمل مقاومة عكسية بشد الأثقال عكس حركة الرياضى لأسـفل ضد القـوة التى يقـوم بها الرياضى لشـد الأثقـال لأعـلى، ويجب مـراعـاة عـامل الأمن والسـلامـة حتى لا تحـدث إصـابات عند جـذب الزميل الأثقـال إلى أسفل عكس حـركة الرياضى القائم بالأداء .

والثانية طريقة لهذا النوع من التدريب السلبى تعتمد على أداء الحركة الرجوعية لعودة الأثقال إلى الوضع الابتدائى بشكل بطىء بقدر الإمكان مع أداء الحركة الإيجابية بشكل طبيعى.

ومثال على ذلك، عند أداء تمرين ضغط الصدر (Bench Press) يتم رفع الثقل لأعلى الصدر فى سرعة طبيعية ولكن حركة نزول الثقل إلى الصدر تتم بشكل بطىء بقدر الإمكان مع أداء أى عدد من التكرارات، وعندما يصل الرياضى إلى النقطة التى لا يستطيع عندها دفع البار أو الثقل لأعلى يقوم الزميل بالمساعدة فى هذه الحركة مع استمرار نزول الثقل ببطء بقدر الإمكان، وبهذه الطريقة يندفع الدم إلى العضلات العاملة.

ويجب مراعاة أن هذا النوع من التدريب قد يسبب ألما فى العضلة يستمر إلى اليوم التالى.

تذكر كمدرب

أنك إذا قمت بتدريب فريقك بنفس الأسلوب بدون عملية التنويع والتغيير فى طرق الأداء فإنك سوف تحصل على نفس النتائج بدون تقدم وتصل إلى الهضبة وعدم تحسن النتائج وبذلك تكون قد بذلت جهدا وفقدت طاقة ووقتا دون عائد. ويساعد فهمك واستخدامك للطرق التى تم ذكرها على تجنب الملل وعدم حدوث الهضبة وتحسن النتائج.

والتحدى الذى يواجه المدرب الآن هو قدرته على اتخاذ القرار بمحاولة تجربة هذه الطرق مع الاستمرار فى البحث عن طرق جديدة تجعل التدريب أكثر فاعلية ومرحا وإثارة، ولا يتحقق ذلك إلا إذا جعل المدرب عنصر التغيير المستمر إحدى عادته التدريبية.

رابعا: طرق التدريب المتقدمة للتغلب على هضبة القوة

إن طرق التدريب ذات درجة الصعوبة العالية التى لا يجب أن تستخدم فى المراحل الأولى، حيث تكتفى باستخدام الطرق البسيطة والمتوسطة التى سبق عرضها سابقا، يجب أن يراعى فيها التدرج عند استخدام هذه الطرق المتقدمة، وتستخدم كل طريقة مع مجموعة عضلية واحدة فى كل جرعة تدريبية.

ويجب ملاحظة استخدام الطرق البسيطة والمتوسطة إلى جانب هذه الطرق المتقدمة وعدم الاعتماد على أسلوب أو طريقة واحدة لفترات طويلة.

ولا يجب أن تكرر جرعتين تدريبيتين بنفس النظام، حيث يجب دائما التغير، وبهذا المدخل يمكن دفع العضلات نحو مرحلة تنمية جديدة للقوة العضلية مع التغلب على الملل والهضبة.

يجب عدم أداء مجموعة تدريبية كثيرة عند استخدام طرق التدريب المتقدمة نظرا لزيادة درجة الشدة العالية التى تعتمد عليها هذه الطرق.

وإذا لم تكن ماهرا كمدرب فى تشكيل جرعات التدريب واستخدام هذه الطرق بكفاءة، فإنك قد تسبب للرياضى حالة التدريب الزائد (Overtraining).

لذلك يجب مراعاة الحذر والتدرج فى السلم عند استخدام هذه الطرق المتقدمة.

سوف نستعرض فيما يلى ثلاث طرق يحتاج إليها التدريب أحيانا فيما يتطلب الأمر استخدام شدات عالية جدا للوصول إلى الحد

الأقصى لتنمية القوة العضلية، وهذه الطرق الثلاث تعمل على تعبئة عدد ألياف عضلية أكثر مع زيادة شدة الأداء.

ويجب ملاحظة استخدام مجموعة واحدة للتمرين الواحد حتى تصل العضلة إلى التعب عندما يتم استخدام طرق التدريب المتقدمة الثلاث ثم يخفف الثقل فورا بنسبة ٤٠٪ ويؤدى نفس التمرين حتى تصل العضلة إلى التعب مرة أخرى، ويؤدى التمرين فى كل الطرق الثلاث بنفس الفكرة مع اختلاف الأداة فقط.

١- تدريب تقليل المقاومة على الأجهزة

Breakdowns Training

يحتاج تنفيذ هذه التدريبات إلى جهاز التدريب، ويؤدى بأن يختار الرياضى مقدار المقاومة التى يعتقد أنها تمثل تحديا له لأداء مجموعة تتكون من ٦ تكرارات، مثل استخدام مقاومة ٥٠ كيلوجراما لتدريب العضلة ذات الثلاث رءوس، ويحاول الرياضى أداء أقصى عدد تكرارات يستطيع تنفيذه عند هذه المقاومة، وبمجرد وصوله إلى لحظة التعب يتم تقليل المقاومة إلى (٣٠) كيلوجراما ثم يستمر مرة أخرى فى أداء أكبر عدد من التكرارات، وبهذا يكون الرياضى قد أكمل مجموعة واحدة.

ويفيد استخدام هذا النوع من التدريبات ليس فقط من ناحية زيادة الشدة ولكنه يجعل الرياضى يصل إلى حالة التعب مرتين مما يؤدى إلى التأثير على عدد أكبر من الألياف العضلية.

٢- تدريب تقليل المقاومة بالبارات

تشبه هذه الطريقة طريقة (Breakdowns) فيما عدا أنها تؤدى باستخدام البار الحديد (Bench press) لعدد ٦ تكرارات بمقاومة مقدارها (٩٠) كيلوجراما فإن توزيع طارات الحديد على كلا جانبى البار يكون بمعدل (٢) من كل جهة ووزن الطارة الواحدة (١٥) كيلوجراما، وبذلك يكون وزن الطارات الأربع (٦٠) كيلوجراما فإذا كان وزن البار (٣٠) كيلوجراما يصبح المجموع (٩٠) كيلوجراما. ويقوم الرياضى بتكرار التمرين أكبر عدد ممكن من التكرارات، وعندما يصل إلى حالة حديد من كل جانب ويتم ذلك بصورة سريعة لا تعطل أداء التمرين ويقوم الرياضى بالاستمرار فى الأداء حتى يصل إلى التعب للمرة الثانية.

٣- تدريب تقليل المقاومة بالدامبلز

تشبه هذه الطريقة الطريقتين السابقتين فى الشدة، ولكنها ذات فائدة كبيرة فى تحقيق تقدم جيد للقوة العضلية، وهى تحتاج إلى استخدام الدامبلز (Dumbbells) ويجب التأكد من أن تكون هناك أزواج من الدامبلز تتدرج فى الزيادة من (٣-٧) كيلوجرامات بين كل زوج من الدامبلز، ويتم التمرين باختيار الدمبلز الذى يمكن أن يؤدى التمرين به (٨) تكرارات، ويتم أداء التمرين بأكبر عدد ممكن، ثم بسرعة التغيير إلى الزوج التالى من الدامبلز الذى عادة ما يكون أقل وزنا بحوالى ٤٠٪ ويتم الاستمرار فى أداء التمرين الأكبر عدد ممكن.

توجيهات عامة

يمكن أن تساعد هذه الطريقة فى التغلب على الهضبة وتحسين النتائج، ويجب اختيار الثقل الذى يمكن أن يؤدى به (٤-٨) تكرارات، فإذا ما قمت بعمل تمرين ضغط الصدر (Bench Press) لعدد (٥) تكرارات باستخدام أقصى ثقل، يمكنك بعد التكرار الخامس استخدام إحدى طرق التدريب الثلاث لتخفيف المقاومة، حيث تحقق

هذه الطريقة الوصول بالرياضى إلى مرحلة التعب مرتين خلال تنفيذ المجموعة الواحدة، ولكن يجب مراعاة ألا ينتقل الرياضى من أداء مجموعته بأقصى ثقل إلى تخفيف الثقل بإحدى الطرق الثلاث إلا بعد أن يكون قد وصل فعلا إلى حالة التعب الأولى.

ويجب أن يتم تخفيف المقاومة خلال فترة قصيرة جدا لا تتعدى (٣) ثانية، حيث إن زيادة زمن تخفيض الثقل أو المقاومة عند ذلك سوف يؤدى إلى استعادة الشفاء للعضلة وبذلك يفقد التمرين فاعليته، ويجب ملاحظة أن عملية تخفيض المقاومة يمكن أن لا تقتصر على مجرد مرة واحدة، ولكن يمكن تنفيذها (٣) مرات.

مثال، إذا بدأت تمرينا بمقاومة وزنها (٥٠) كيلوجراما يمكن أن يتم التخفيض فى المرة الأولى إلى (٣٠) كيلوجراما، وفى المرة الثانية إلى (٢٠) كيلوجراما. ويجب عدم زيادة عدد مرات تخفيض المقاومة عن (٣) مرات.

يجب على الرياضى عند أداء تدريبات القوة أن يتجنب التفكير السلبى (Avoid Negative Thinking) بمعنى عدم الاعتقاد بأنه لا يستطيع أن يؤدى ذلك العمل، فإذا ما كان تفكير الرياضى فى هذا الاتجاه لن تكون هنا نتائج، وعلى العكس من ذلك يجب أن يتدرب الرياضى على «التفكير الإيجابى» (Positive Thinking) ويجب أن يكون الرياضى على ثقة بنفسه ويشعر بالسعادة، حيث إن هذه الأحاسيس الإيجابية سوف تساعد على تحقيق عمليات التغيير.

التدريب الزائد Overtraining

التدريب الزائد Overtraining هو حالة الوصول بعمليات التكيف للرياضى بمزيد من الضغط إلى الفشل، ويفقد الرياضى ما سبق أن اكتسبه من التكيف، وبالتالى ينخفض مستوى الأداء وعادة ما تحدث للرياضيين الذين يتدربون بدرجة شديدة تزيد على إمكاناتهم.

وتنتج هذه الحالة لعدم التخطيط السليم بين العمل والراحة والاعتماد على استخدام طريقة واحدة من طرق أو وسائل التدريب أو عدم مراعاة التدرج فى زيادة حمل التدريب أو عدم إعطاء فترات راحة كافية. وتتميز أعراض هذه الحالة بظهور تغيرات عصبية ونفسية تؤدى إلى انخفاض مستوى النتائج وإلى اختلال وظائف الجهاز الدورى والجهاز العصبى، كما تنعكس هذه التغيرات على رسم القلب الكهربائى ECG مقاومة الجسم للأمراض.

أعراض حالة التدريب الزائد

أ- أعراض الأداء

هناك بعض الأعراض التى يمكن أن يلاحظها المدرب، ومن أهم هذه الأعراض الأداء الضعيف وانخفاض مستوى الأداء فى التدريب والمقابلات. وقد تكون هذه الأعراض الأخرى بداية تعرض الرياضى لحالة التدريب الزائد. هذا بالإضافة إلى وجود بعض الأعراض الأخرى مثل زيادة عدد ضربات القلب (معدل القلب) وظهور التعب خلال الأداء، فبالنسبة للسباحين تظهر أعراض الشعور بالتعب عند السباحة بسرعة متوسطة.

ب- الأعراض البدنية

١ - نقص الوزن

كان الرياضيون يفقدون بصورة طبيعية بعضا من وزنهم خلال الأسابيع الأولى من الموسم التدريبى.

٢- طفح جلدى . برودة الرأس والأنف .

٣- الغثيان.

٤- فقدان الشـهية وما يتبـعه من نقص فى الطاقة.

وقد يشـتكى الرياضيـون الذين وصلوا إلى مـرحلة التـدريب الزائد من عـدم قـدرتهم على الاستمرار فى الأداء نتيـجة لنقص مصادر الطاقة، وقد يرتبط ذلك بحالة فقدان الشهية.

جـ-الأعراض النفسية

هناك بعض الأعراض النفـسية والتى يمكن أن يلاحظهـا المـدرب، ومن أهم هذه الأعـراض عدم القدرة على التركيز أثناء الأداء، وفقدان الثقة بالنفس، وحساسية زائدة عند النقد، واختلال فى العـلاقة بين الرياضى والمدرب وبينه وبين زمـلائه الشعور بالأرق، والشعور بالإحباط.

أنواع التدريب الزائد

أ-التدريب الزائد (المثبط)

Inhibitory overtraining

والسبب فى حدوث هذا النوع من التدريب الزائد غير مـعروف، إلا أنه من الممكن أن يكون له علاقة بنقص إمداد العضلات بالطاقة.

تشخيص التدريب الزائد (المثبط)

وتكمن الصـعوبة فى تشـخيص التـدريب الزائد المثبط إلـى أن بعض الأعراض مثل سـرعة الاستـثارة، والغثـيان، ورد الفعل، وغـيرها من الممكن ألا تكون قد ظهـرت، وفى حالة ظهورها قد تكـون غير ملحـوظة، هذا بالإضـافة إلى أن الرياضيين قـد يستطيعون أداء مجموعـات تدريبية للتحمل بمستوى جيـد ولكن يبدأ ظهور الاختلال فى حالة الأداء تدريبـات السرعة أو عند مـحاولة تسجيل الأزمنة بالنسبة للرياضيين.

أسباب حدوث التدريب الزائد (المثبط)

قد يعزى أسبـاب التدريب الزائد المثبط إلى تراكم مجموعة ذرات حـرة خلال تدريب التحمل ومجموعة الذرات الحرة هى مجموعة من الذرات تبقى بعد انتـهاء عملية التأكسـد، حيث إن الوفرة من الذرات الحرة يمكن أن تدمر الـ DNA.

(الحـــامض النـووى الريبـى المنقـــوص الأكـسجـين) Desoxyribonucleic Acid وبعض التركيبات داخل الخلايا العضلية، يسبب نقصا فى التحمل الهوائى واللاهوائى والقدرة والسرعة.

والذرات الحرة تـنتج خلال الراحـة وخلال التـدريب والأداء وإن كان نـسبـة إنتـاجهـا تزداد بصورة أكبر خـلال تدريب التحمل، عندما يكون هناك متطلبـات أكثر من الاسـتهلاك الأكسـچينى وعندمـا يزداد تراكم عدد كـبير مـن الذرات الحرة Free Radicals تكون نسبـة عمليات الهدم أكـبر من عمليات البناء (أى أن نسـبة التلف الحادثة فى الأنسجة أكبر من نسبة إصلاحها).

وقـد يعزى أيضـا حـدوث حالة التـدريب الزائد إلـى نقص مـضطرد للجلـيكوجـين فى العـضـلات والذى يحـدث خـلال أيام وأسـابيع التدريب فى هذا النوع من التدريب الزائد.

ب-التدريب الزائد (الاستثارى)

Excitatory overtraining

وفى هذا النوع من حـالات التدريب الزائد يكون الرياضـى مـتـهـيـجـا عـدائيـا يمـيل إلى الانهزامية، وهذا النوع من التدريب الزائد يحدث

بصورة أسرع من التدريب الزائد المثبط. كذلك تتراكم آثاره بصورة أسرع نتيجة لاستخدام كمية زائدة من الشدة العالية فى التدريب أو للإحباط النفسى.

تشخيص حالة التدريب الزائد الاستثارى (المستثار) تقريبا نفس أعراض حالة التدريب الزائد المثبط.

أسباب حدوث التدريب الزائد (الاستثارى)

يحدث نتيجة للكمية الزائدة من التدريب ذى الشدة العالية، كذلك نتيجة للقلق والتوتر وعدم الثقة بالنفس والخوف من المشاركة فى عدد كبير من البطولات، وتوضح بعض الآراء التى تناولت هذا الموضوع أن سبب حدوث حالة التدريب الزائد المستثار قد يعزى إلى نتيجة الاضطراب بين الأعصاب والعضلات للحصول على الجلوكوز.

فالخلايا العصبية لا تستطيع أن تخزن الجليكوجين وبالتالى فإنها تأخذ حاجاتها من جلوكوز الدم. وفى حالة التدريب ذى الشدة العالية أو فى حالة الإحباط النفسى من الممكن أن تدفع هذه الخلايا إلى طلب الجلوكوز بصورة أكبر، وقد يؤدى ذلك إلى تقليل الجلوكوز المتجه إلى الألياف العضلية.

علاج حالة التدريب الزائد

هناك بعض الصعوبة فى تحديد كيفية علاج حالة التدريب الزائد ترجع إلى عدم المعرفة الدقيقة من أى شىء يجب استعادة الاستشفاء تكون من نقص جليكوجين العضلة وكذلك الأضرار والتلفيات التى حدثت بأنسجة العضلات من جراء عمليات الهدم.

ويذكر (كولمر وكندرمان) Kullmer ١٩٨٧ & Kindrman أن ٣-٧ أيام تكون كافية لاستعادة الاستشفاء عادة، وكذلك تقلل من أعراض حالة التدريب الزائد الاستثارى Excitatory.

وينصح (ماجليشيو) Maglischo ١٩٩٣ بأن يؤدى الرياضى التدريب خلال عملية استعادة الاستشفاء من حالة التدريب الزائد، فالراحة الكاملة السلبية سوف تزيد من الفترة التى يتطلبها الرياضى لاستعادة الاستشفاء؛ لأن الرياضى سوف يكون خارج حالته التدريبية.

فالرياضى يفقد ما بين ٧-١٠٪ من القدرة الهوائية، و١٠-١٢٪ من القدرة العضلية خلال فترة ٤ أسابيع (نيفر وآخرون Nefuer et al. ١٩٨٧) وبمجرد أن يفقدها الرياضى فإنه يحتاج إلى العديد من الأسابيع التدريبية حتى يسترجع هذه التكيفات الفسيولوجية مرة أخرى، كما أن الاستمرارية فى التدريب بما يتناسب مع حالة كل رياضى يعمل على زيادة الدافعية.

وعند استمرار الرياضى فى التدريب خلال عملية استعادة الاستشفاء فإن كلا من الحجم والشدة يجب أن يقل، ويكون معظم التدريب فى مستوى التحمل الأساسى Basic Endurance ومثال فى تدريب السباحة يقل حجم التدريب ليصل إلى ٤٠٠٠-٦٠٠٠ متر فى اليوم وهو الحد الأمثل وفقا لآراء (ماجليشو) Maglischo فيمكن أن يؤدى السباح مجموعة من ١٠٠٠-٢٠٠٠ متر للاحتفاظ بمستوى التحمل للعتبة والحد الأقصى للاستهلاك الأكسچينى Threshold end overload end.

أما التحمل اللاهوائى والقدرة العضلية فيمكن المحافظة عليها ببعض مجموعات السرعة

القصيرة بما لا يؤدى إلى إرهاق أو إجهاد الرياضى، كذلك يستطيع أداء مجموعة تحمل لاكتيك Lactate Tolerance ومجموعة أو اثنين إنتاج لاكتيك Lactate Production فى الأسبوع.

مثال فى تدريب السباحة من ٢٠٠-٥٠٠ متر للاحتفاظ بالمقدرة اللاهوائية ومجموعة القدرة العضلية من ٢٠٠-٣٠٠ متر للاحتفاظ بمستوى القدرة العضلية.

ويجب أن يقلل التدريب إلى مرة واحدة يوميا لإتاحة الفرصة لمزيد من الراحة واستعادة الاستشفاء لجليكوجين العضلة وتجديد التالف من الأنسجة العضلية. يجب على المدربين مراعاة الراحة أن تكون كافية وكذلك التغذية بالنسبة للرياضيين والذين ظهر عندهم حالة التدريب الزائد بنوعية.

فبالنسبة للرياضيين يجب أن تكون فترات النوم كافية بحد أدنى ٨ ساعات فى اليوم، كما يتضمن تغذية الرياضيين ما يلى :

١- كمية كافية من السعرات الحرارية.

٢- كميات إضافية من الكربوهيدرات البسيطة والمركبة.

٣- كميات إضافية من الفيتامينات والأملاح المعدنية.

وقد أجرى (سنيدر وآخرون) ١٩٩٣ Snyder et al دراسة على (٨) من لاعبى الدراجات خلال ثلاث فترات من الشدة بغرض تحديد ما إذا كان استهلاك كمية معينة من الكربوهيدرات خلال فترة زيادة التدريب سوف يعمل على الحماية من حدوث التدريب الزائد وكانت فترات الشدة كالتالى :

أ - الأولى وهى طبيعية، حيث كانت الشدة معتدلة والأداء لفترة طويلة وكانت مدة هذه الفترة سبعة أيام.

ب- تدريب زائد يتميز بزيادة الشدة لمدة خمسة عشر يوم.

ج- استعادة الاستشفاء تدريب قليل لمدة ستة أيام، هذا، وقد تم تحديد كمية الكربوهيدرات بأن تكون متماثلة عن جميع الأوقات لإجراء التجربة فكانت ما بين ٦٠-٧٠٪.

وقد أظهرت النتائج أنه لم يحدث تغيير فى مستوى جليكوجين العضلة، وقد يشير ذلك إلى أن حالة التدريب الزائد قد تحدث اعتمادا على مستوى جليكوجين العضلات.

التجهيز للبطولات الأساسية Tapering

يطلق مصطلح «Tapering» على ذلك البرنامج الذى يخططه وينفذه المدرب خلال الفترة التى تسبق البطولة الهامة بحوالى أسبوعين أو ثلاثة أسابيع، ومن المعنى اللفظى لهذا المصطلح حسب ما ورد فى القواميس أن كلمة Tapering تعنى التدرج فى الشىء العريض ليصبح أكثر ضيقا وحده، أو تحسين سن القلم بعد بريه، وهذا يعنى تقليل حجم البرنامج التدريبى مع تحسينه فى اتجاه تحقيق أعلى مستوى ممكن للأداء الرياضى.

وما زال هذا الموضوع حتى الآن يشغل أذهان الباحثين والمدربين، فكثير من البرامج التدريبية التى تفشل فى تحقيق أهدافها يرجع السبب فى ذلك إلى عدم حسن تخطيط فترة التجهيز للبطولة أو «التابرنج» وحتى ينجح البرنامج التدريبى لهذه الفترة، فهناك اعتباران هامان هما :

١- يخشى كثير من المدربين أن يفقد الرياضى ما اكتسبه من كفاءة فسيولوچية أو كفاءة الأداء نتيجة تخفيض حمل التدريب لفترة طويلة قد تمتد إلى أسبوعين أو ثلاثة قبل البطولة الأساسية، غير أن أظهرت الدراسات العلمية أن الكفاءات الفسيولوچية التى اكتسبها الرياضى من خلال التدريبات المكثفة يمكن للرياضى الاحتفاظ بها، بالرغم من تخفيض حمل التدريب لأكثر من ٥٠٪، كما يمكن فى بعض الأحيان تخفيض التدريب إلى العشر، ومع ذلك يمكن للرياضى الاحتفاظ بمستوى القوة العضلية.

٢- يعتبر الهدف الرئيسى من التجهيز للبطولة هو تحقيق الاستشفاء وتجديد القوى للتخلص من تأثيرات تراكم التعب الناتجة عن التدريب خلال الموسم.

وبناء على هذين المبدأين أصبح تصميم برنامج التدريب خلال مرحلة التجهيز للبطولة Tapering يعتمد على:

أ- توفير فرصة للراحة والاستشفاء بدون أن يفقد الرياضى ما اكتسبه خلال البرنامج التدريبى طوال الموسم.

ب- تنفيذ بعض الواجبات التدريبية التى تتطلبها طبيعة المنافسة التى يعد لها الرياضى.

استشفاء العوامل العصبية العضلية والنفسية

أصبح حاليا ينظر إلى أن فترة التجهيز للبطولة هى فترة العمل فى اتجاه العوامل العصبية العضلية والنفسية Neuromuscular and Phsychological factors، حيث إن التغيرات الفسيولوچية التى تحدث خلال هذه الفترة تعتبر طفيفة ليست ذات تأثير عال؛ ولذلك فإن صفة القوة والقدرة وهى صفات ترتبط بالوظائف العصبية العضلية Neuromuscular تزيد بوضوح، كما يتحسن مستوى الأداء الفنى؛ لذلك لا تتوقع زيادة الكفاءة الفسيولوچية خلال هذه الفترة بقدر العمل على استعادة الجهاز العصبى والصفات البدنية والمهارية والفنية المرتبطة به.

الإجراءات التنفيذية لمرحلة التجهيز للبطولة

تعتمد هذه الإجراءات على نوعية تشكيل وتوزيع الأحمال، التدريبية وسوف نستعرضها فى النقاط التالية :

حجم حمل التدريب

يمكن تخفيض حجم حمل التدريب إلى ٦٠٪ من الحجم الأقصى الذى وصل إليه الرياضى، كما يمكن فى بعض الأحيان ألا تزيد نسبة التخفيض عن ٣٠٪ وخاصة لمسابقات التحمل ويتم التخفيض عن طريق.

تقليل عدد جرعات التدريب من ١١ جرعة فى الأسبوع إلى ٦ أو ٥.

وتعتمد فكرة تقليل عدد جرعات التدريب أكثر من تقليل حجم التدريب فى الجرعة التدريبية على عدة عوامل من بينها:

١- زيادة فترة الراحة تسمح بالاستشفاء واستعاضة مصادر الطاقة.

٢- التخلص من الضغوط.

٣- إمكانية زيادة فرص النوم المسائية

ويمكن إلغاء جرعة التدريب الصباحية للسماح بالإيقاع الزمنى اليومى Circadian Rhythm وأن يتوافق مع برنامج المسابقة.

نوعية الشدة

تعتبر العامل الأساسى الحاسم فى التأثير على الأداء خلال المنافسة هو خصوصية التدريب خلال فترة التجهيز للبطولة الترتيب أن تراعى:

١- استخدام نفس السرعات التى يتم تنفيذ الأداء خلال المنافسة حتى يمكن تثبيت النماذج البيوميكانيكية وتقديرها على العمل تحت ظروف مستويات مختلفة من التعب.

٢- استخدام نفس النسب المساهمة بالطاقة الهوائية واللاهوائية المطلوبة للمسابقات.

٣- تحسين المتطلبات النفسية التى يتطلبها كل سباق.

وهناك عوامل يجب مراعاتها وتشمل :

١- طول فترة التجهيز

يرى بعض الباحثين أن الحد الأقصى لطول فترة التجهيز للبطولة لا يزيد عن ثلاثة أسابيع ويمكن أن تمتد إلى أربعة أسابيع، كما يمكن أن تتغير هذه الفترة تبعا لعدة عوامل يمكن تلخيصها فيما يلى :

١- يتأثر طول فترة التجهيز بالفروق الفردية ولا يمكن أن تكون هناك فترة واحدة ثانية لجميع الرياضيين فى بعض منهم يستشف بسرعة جدا؛ لذلك يجب على المدرب أن يفهم طبيعة الرياضيين وأن يكون لكل مجموعة منها برنامجها الذى يتفق مع سرعة استشفائها.

٢- يتحدد موعد بداية برنامج التجهيز للبطولة بناء على موعد بداية البطولة الرئيسية ما بين البرنامج للرياضيين الذين يتنافسون فى اليوم الرابع لبدء البطولة مثلا متأخرا عن الذين يشاركون منذ اليوم الأول.

٣- يرتبط طول فترة التجهيز للبطولة بطول الموسم التدريبى ذاته وتطول إذا كان الموسم طويلا والعكس الصحيح.

٤- محاولة المحافظة على مستوى أعلى قمة لياقة خلال هذه الفترة؛ لذلك فإن تخفيض حجم التدريب أو عدد الجرعات لا يعنى تخفيض شدة التدريب وخاصة بالنسبة لصفة التحمل التى يكفى للمحافظة عليها تخفيض الشدة بحوالى ثلث حجمها يعتبر مناسبا، بينما يمكن التخصيص أكثر من ذلك بالنسبة لمسابقات القوة والسرعة.

الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين

لا تستطيع العضلات الاستمرار فى العمل العضلى بدون الأكسچين (لا هوائى) أكثر من عشرات الثوانى، ولكن يمكن أن يستمر العمل العضلى لأكثر من دقيقة فى حالة استمرار إمداد العضلات بالأكسچين عن طريق نقله من الرئتين إلى العضلات العاملة، وكلما زادت شدة الحمل زادت سرعة استهلاك الأكسچين، ويطلق على أكبر سرعة لاستهلاك الأكسچين أثناء العمل

العضلى باستخدام أكثر من ٥٠٪ من عضلات الجسم الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين أو القدرة الهوائية للقصوى.

علامات الوصول إلى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين

١- عدم زيادة استهلاك الأكسجين عند زيادة شدة الحمل البدنى.

٢- زيادة معدل القلب عن ١٨٠ -١٨٥ ضربة / دقيقة.

٣- زيادة نسبة التنفس (RQ) عن ١,١.

٤- لا يقل تركيز حامض اللاكتيك فى الدم عن ٨٠-١٠٠ ملليجرام ٪.

الحد المطلق والنسبى لأقصى استهلاك للأكسجين

يعبر عن الحد الأقصى المطلق لاستهلاك الأكسجين بعدد اللترات المستهلكة من الأكسجين فى الدقيقة الواحدة (لتر / دقيقة)، بينما يعبر عن الحد الأقصى النسبى لاستهلاك الأكسجين بعدد ملليلترات الأكسجين مقابل كل كيلوجرام من وزن الجسم فى الدقيقة الواحدة وتحسب بقسمة الحد المطلق لأقصى استهلاك أكسجين بالملليترات على وزن الجسم بالكيلوجرام فيكون الناتج تميزه ملليلتر / كجم / دقيقة وحتى مرحلة البلوغ (١٢-١٤) لا توجد فروق بين البنين والبنات فى مقدار الحد الأقصى المطلق، ولكن بعد هذه المرحلة فإن الحد الأقصى المطلق لدى متوسط للحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين المطلق فى سن ١٨-٢٠ سنة ثم يقل بعد ذلك تدريجيا مع زيادة العمر حتى يصل فى عمر ٦٠-٧٠ سنة إلى حوالى ٧٠٪ من مستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين فى عمر ٢٠-٣٠ سنة، ويرجع اختلاف الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين بين الأطفال والكبار والذكور والإناث إلى اختلاف وزن الجسم، ويقل الفرق بين الذكور والإناث فى مقدار الحد الأقصى النسبى لاستهلاك الأكسجين، حيث تقل الإناث عن الذكور بمقدار ١٥-٢٠٪ مقابل ٢٥-٣٠ ٪ بالنسبة للاستهلاك المطلق.

الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين كمقياس للقدرة الهوائية:

تعتمد العمليات البوكيميائية لإنتاج الطاقة الهوائية على وجود الأكسجين، فهو يعتبر عاملا أساسيا فى إنتاج الطاقة الهوائية عند استهلاك الكربوهيدرات والدهون كمصدر للطاقة، وتعتبر كفاءة الجسم فى استهلاك الأكسجين من القدرات الهامة التى يتطلبها النشاط البدنى الذى يتطلب تحمل الأداء لفترة طويلة، حيث إن استهلاك الأكسجين بكفاءة يعنى إنتاج الطاقة، وبالتالى يتوافر للجسم فرص الأداء البدنى بكفاءة وفاعلية أكبر، وتسمى القدرة الهوائية وتقاس بأقصى كمية أكسجين يستطيع الجسم استهلاكها فى وحدة زمنية، وهذا ما يطلق عليه الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين، وسهولة فهم ذلك فإن الأمر يتطلب مناقشة كيفية استهلاك الأكسجين فى الأنسجة فى أثناء الراحة، وكذلك أثناء المجهود البدنى مع اختلاف درجاته.

يحمل الدم الشريانى الأكسجين إلى الأنسجة التى تستهلك منه جزءا ويخرج الباقى من الأكسجين مع الدم الوريدى؛ ولذا فإن الدم الوريدى يحمل أيضا كمية من الأكسجين بالرغم من مروره على أنسجة الجسم، إلا أن هذه الأنسجة لم تستهلك كل كمية الأكسجين التى

يحملها الدم، وبهذا فإن الأكسجين المستهلك هو عبارة عن الفرق بين حجم الأكسجين الشريانى وحجم الأكسجين الوريدى، ومثال على ذلك فإن الدم الشريانى يحتوى على ١٨-١٩ ملليلترا أكسجين لكل ١٠٠ ملليلتر دم، بينما يحتوى الدم الوريدى على ١٢-١٤ ملليلترا، وبذلك فإن الأكسجين المستهلك يبلغ حوالى ٦ ملليلترات وهو الفرق بين الأكسجين الشريانى والوريدى، وبالطبع فإن الأنسجة أثناء العمل العضلى تحتاج إلى استهلاك كمية أكسجين أكثر، وبذلك فإن هذا الفرق يبلغ ١٥-١٧ ملليلترا، وإذا أمكن تحديد حجم الدم السارى فى الدورة الدموية فى الدقيقة يمكن حساب استهلاك الأكسجين فى الدقيقة، فإذا كان استهلاك الأكسجين فى الراحة عبارة عن ٦ ملليلتر لكل ١٠٠ ملليلتر دم، وإذا كان حجم الدم الكلى للجسم يبلغ ٤ لتر (٤٠٠٠ ملليلتر) وهو حجم الدفع القلبى فى الدقيقة، فإنه يمكن حساب استهلاك الأكسجين فى الدقيقة وفقا للعمليات الحسابية التالية :

$$\text{استهلاك الأكسجين} = \frac{٦ \times ٤٠٠٠}{١٠٠}$$

= ٢٤٠ ملليلترا أكسجينا / دقيقة

ويستهلك الجسم أثناء الراحة عادة ٢٠٠-٣٠٠ ملليلتر أكسجين/ دقيقة، ويزيد ذلك أثناء النشاط البدنى، حيث يزيد حجم الدفع القلبى، وكذلك فرق الأكسجين الشريان الوريدى، مما يؤدى إلى زيادة استهلاك الأكسجين، وإذا استمر النشاط البدنى لفترة أقل من ٢-٣ دقائق مع ارتفاع شدته، فإن استهلاك الأكسجين يزيد تدريجيا بصفة مستمرة من بداية العمل حتى نهايته، ويبدأ فى الانخفاض فقط بعد التوقف عن العمل، وإذا استمر الأداء بطريقة منظمة فيزداد استهلاك الأكسجين خلال الدقائق الأولى حتى يصل إلى مستوى معين ويبقى ثابتا عند هذا المستوى خلال العمل، وهذا مايسمى «الحالة الثابتة» ويقل استهلاك الأكسجين عند الانتهاء من العمل، وهناك نوعا آخر من العمل العضلى الذى لا يزيد فيه استهلاك الأكسجين تدريجيا بالرغم من زيادة شدة هذا العمل مثل (رفع الأثقال - الأوضاع الثابتة فى الجمباز مثل وضع التعلق على الحلق) وفى هذه الحالة لا يزيد مستوى استهلاك الأكسجين أثناء الأداء عنه أثناء العمل ولكنه يزيد بدرجة كبيرة بعد الانتهاء من العمل.

وهناك حد معين لاستهلاك الأكسجين لا يمكن أن يزيد عنه الإنسان ويختلف هذا الحد من إنسان لآخر تبعا لنوع التدريب الرياضى الذى يمارسه، ولكى يبلغ الشخص الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين فإن العمل البدنى يجب أن يستمر لفترة أكثر من ثلاث دقائق، ويبلغ الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين لدى غير الرياضيين ما بين ٢,٥-٣ لترات/ دقيقة، بينما يبلغ لدى لاعبى التحمل حوالى ٦ لترات/ دقيقة، وعادة يرتبط مقدار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين بمقاييس الجسم، حيث يتم تحديد نسبة الأكسجين لكل كيلوجرام من وزن الجسم، ويبلغ الحد الأقصى للاستهلاك الأكسجينى النسبى لغير الرياضيين ٤٠ ملليلترا/ دقيقة/ لكل كيلوجرام، بينما يبلغ بالنسبة للرياضيين ٨٠-٩٠ ملليلترا/ دقيقة/ كجم.

ويعتبر الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين هو قدرة الإنسان على أداء عمل عضلى اعتمادا

على استهلاك الأكسچين أثناء العمل مباشرة، وترتبط النتائج الرياضية فى الجرى مسافات طويلة والانزلاق والسباحة والدراجات بحوالى ٦٠-٨٠٪ على القدرة الهوائية، ولا يمكن أن يصبح لاعب الجرى ٥٠٠٠-١٠,٠٠٠ متر بطلا دوليا إذا قل الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين لديه عن ٦ لترات/ دقيقة؛ لذا فإن تنمية الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين تعد من أهم واجبات المدرب، وقد دلت نتائج بعض الدراسات أن زيادة الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين النسبى ١ ملليلتر يؤدى إلى تقليل زمن الجرى ٥٠٠٠ متر ٣,٥ ثانية.

ويعتبر الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين مؤشرا لكثير من الوظائف الفسيولوچية والتى تتلخص فيما يلى :

١- كفاءة الجهاز الدورى والتنفسى فى توصيل هواء الشهيق إلى الدم.
٢- كفاءة عمليات توصيل الأكسچين إلى الأنسجة ويرتبط ذلك بحجم الدم وعدد الكرات الحمراء وتركيز الهيموجلوبين ومقدرة الأوعية الدموية على تحويل سريان الدم من الأنسجة غير العاملة إلى العضلات العامة.
٣- كفاءة العضلات فى استهلاك الأكسچين، أى كفاءة عمليات التمثيل الغذائى وإنتاج الطاقة.

ومثال على ذلك فإن تحقيق ٦-٦,٥ لتر أكسچين / دقيقة يتطلب أن تكون التهوية الرئوية ١٥٠ لترا / دقيقة، وأن تكون سعة الدم الأكسچينية ٢٠-٢٥ ملليلترا أكسچينا لكل ١٠٠ ملليلتر دم، وأن يبلغ فرق الأكسچين الشريانى الوريدى ١٦-١٧ ملليلترا أكسچينا لكل ١٠٠ ملليلتر دم ويكون الدفع القلبى ٣٣-٣٥ لترا/ دقيقة.

ويتميز لاعبو المستويات العليا بزيادة الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين، وعلى سبيل المثال يبلغ الحد النسبى للسباحين ٧٢,٦ ملليلتر / كجم، وللاعبى الدراجات ٧١,٧ ملليلتر/ كجم، وللاعبى الانزلاق ٨١,٥ ملليلتر / كجم.

ويتم عادة تحديد الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين فى المعامل باستخدام الحمل البدنى على الدراجة الثابتة أو السير المتحرك مع زيادة المقاومة تدريجيا، وتبعا لذلك يزيد استهلاك الأكسچين حتى يصل إلى الحالة الثابتة حينما تزيد المقاومة ولا يزيد استهلاك الأكسچين.

جدول (٦٠)

الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين لدى لاعبى ولاعبات التخصصات المختلفة (المطلق والنسبى)

الذكور			الإناث		
التخصص	المطلق (لتر)	النسبى (ملليلتر)	التخصص	المطلق (لتر)	النسبى (ملليلتر)
انزلاق	٥,٦	٨٣	انزلاق	٣,٨	٦٤
جرى مسافات طويلة	٤,٨	٧٩	عدو ٤٠٠-٨٠٠ متر	٣,١	٠٠
جرى ٨٠٠ و ١٥٠٠ متر	٥,٤	٧٥	سباحة	٣,٢	٥٦
دراجات	٥,٢	٧٤	سلاح	٢,٤	٤٣
عدو ٤٠٠ متر	٤,٩	٦٧	غير رياضيين	٢,٢	٣٩
سباحة	٥,٠٠	٦٦			
سلاح	٤,٢	٥٩			
رفع أثقال	٤,٥	٥٦			
غير رياضيين	٣,١	٤٤			

كما يمكن استخدام طرق أخرى لتحديد الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين باستخدام الحمل الأقل من الأقصى، وذلك بتحديد معدل سرعة القلب وشدة الحمل، ومن خلال جداول أو نوموجرامات خاصة تحدد الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين، وفى هذه الحالة يؤدى الحمل البدنى على جهاز الدراجة الثابتة أو باستخدام اختبار الخطوة بسرعة ٢٢,٥ خطوة / دقيقة، على أن يكون ارتفاع المقعد للرجال ٤٠ سم، وللسيدات ٣٣ سم، ويستمر الأداء لمدة خمس دقائق، ويحدد معدل سرعة القلب فى آخر الدقيقة الخامسة.

وفى الواقع العملى لا يصل اللاعب عادة خلال النشاط البدنى فى الملعب إلا إلى ٩٠-٩٥٪ من الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين، كما أن اللاعب لا يستطيع الاستمرار فى الأداء عند هذا المستوى لمدة أطول من ١٠-١٥ دقيقة، ويمكن للمدرب الاستفادة من العلاقة بين معدل سرعة القلب والحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين، وقد ثبت أن الحمل البدنى المناسب للارتفاع مستوى القدرة الهوائية هو الذى يؤدى إلى رفع معدل القلب حتى ١٥٠-١٨٠ ضربة/ دقيقة.

تنمية وقياس الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين لمتسابقى الجرى للمسافات المتوسطة والطويلة

أشارت نتائج الكثير من الدراسات إلى أن زيادة نسبة استهلاك الأكسجين النسبى بمقدار ١ ملليلتر تؤدى إلى زيادة سرعة جرى ٥,٠٠٠ متر بمقدار تقليل الزمن ٣,٥ ثانية، من أجل هذا أصبح واجبا على المدرب أن يعرف ما هو الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين ؟ وما فائدته ؟ وكيف يمكن قياسه معمليا وميدانيا؟ وكيف يمكن تنميته؟

كيف يقيس المدرب الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين فى المضمار؟

يتطلب قياس الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين معمليا كثيرا من الإمكانات والأجهزة التى قد لا تكون متوافرة فى أى مكان، ويحتاج المدرب بصفة مستمرة إلى التعرف على مستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين بطريقة ميدانية سهلة فى المضمار، ويمكن استخدام الاختبار التالى بنسبة ثقة تصل إلى حوالى ٩٥٪.

- الجرى حول المضمار ٤٠٠ متر لمدة ١٥ دقيقة.
- تحسب المسافة التى يقطعها الرياضى خلال فترة ١٥ دقيقة لأقرب ٢٥ مترا.
- يحدد الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين تبعا للمسافات التى قطعها الرياضى وفقا للجدول التالى.

جدول (٦١)

تحديد الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين بدلالة مسافة الجرى لمدة ١٥ دقيقة فى المضمار

مسافة الجرى	الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين
٦٠٠٠ متر	٨٠ مل / كجم / دقيقة
٦٥٠٠ متر	٧٥ مل / كجم / دقيقة
٥٢٠٠ متر	٧٠ مل / كجم / دقيقة
٤٨٠٠ متر	٦٥,٥ مل / كجم / دقيقة
٤٤٠٠ متر	٦١ مل / كجم / دقيقة
٤٠٠٠ متر	٥٦,٥ مل / كجم / دقيقة

للرجال ما يزيد على ٦٧,٤ مل / كجم / دقيقة .

للإناث ما يزيد على ٦٣,٠ مل / كجم / دقيقة.

كيف يمكن تنمية الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين؟

يمكن تنمية الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين بالتدريب الأسبوعى لمدة لا تقل كل مرة عن ٢٠ دقيقة وبمستوى يصل إلى ٦٥-٨٥٪ من الحد الأقصى لمعدل القلب، ويحسب الحد الأقصى لمعدل القلب عن طريق طرح العمر بالسنوات من الرقم ٢٢٠، ويمكن استخدام التمرينات التالية :

١- الجرى بأقصى سرعة لمدة خمس دقائق، مع حساب المسافة التى يقطعها الرياضى خلال هذه الفترة الزمنية، ونفترض كمثال أنها وصلت إلى ١٩٠٠ متر أو المسافة التى قطعها خلال أول خمس دقائق ولكن بسرعة أقل ٢٠٪ من سرعة المرة الأولى وفى هذه الحالة يصبح زمن قطع المسافة ١٩٠٠ هو ست دقائق يعطى الرياضى ٣٠ ثانية راحة ويكرر هذه المسافة عدة مرات حتى يصل إلى إكمال مسافة ١٠ كيلومترات.

٢- الجرى بأقصى سرعة لمدة أربع دقائق وتحسب المسافة التى يقطعها الرياضى خلال هذه المدة. الراحة لمدة أربع دقائق، ولنفترض أن الرياضى قطع مسافة ١٥٠٠ متر، بعد الراحة أربع دقائق يعود ليكرر قطع المسافة مرة أخرى ولكن بسرعة أربع دقائق يعود ليكرر قطع المسافة مرة أخرى ولكن بسرعة أقل ١٥٪، وفى هذا المثال سوف يقطع الرياضى مسافة ١٥٠٠ متر فى ٤,٣٦ ثانية.

يأخذ الرياضى راحة لمدة ٤٥ ثانية ويكرر قطع المسافة عدد مرات مع فترة الراحة ٤٥ ثانية فى كل مرة حتى قطع مسافة كلية ٥-١٠ كيلومترات.

٣- الجرى بأقصى سرعة لمدة ثلاث دقائق وتحسب المسافة التى يقطعها الرياضى خلال هذه الفترة، وكمثال نفترض أنها ١٠٠٠ متر، وبعد الراحة لمدة ٦٠ ثانية يكرر الرياضى ١٠٠٠ متر بسرعة أقل ١٠٪، أى يقطع هذه المسافة فى زمن قدره ٣,١٨ دقيقة ومع الراحة ٦٠ ثانية كل مرة يكرر الرياضى الجرى حتى يكمل قطع مسافة ٥ كيلومترات.

٤- الجرى بأقصى سرعة لمدة ٥ دقائق وتحسب المسافة التى يقطعها الرياضى خلال هذه المدة ونفترض أنها مسافة ١٩٠٠ متر يأخذ الرياضى راحة لمدة ٥ دقائق، ثم يكرر الرياضى قطع هذه المسافة بسرعة أقل بنسبة ٥٪ ويكرر الجرى مع راحة بينية دقيقة ونصف كل مرة، وبذلك يكون الرياضى يجرى بسرعة الجرى التى يستخدمها عند جرى مسافة ٣ كيلومترات أى ٥,١٥ دقيقة لقطع مسافة ١٩٠٠ متر.

٥- الجرى بأقصى سرعة لمدة ٣ دقائق،

ونفترض أن المسافة المقطوعة تبلغ ١١٠٠ متر، وبعد الاستشفاء والراحة يكرر الرياضى المسافة بالجرى باستخدام سرعة أقل من ٥٪ بمعنى ٣,٠٩ ثانية لقطع مسافة ١١٠٠ متر وتكرر عدة مرات مع راحة بينية دقيقة واحدة.

وتستخدم التمرينات السابقة وفقا للنظام التالى

يستخدم التمرين رقم ١، ٢ أسبوعيا فى الموسم الشتوى، وتستخدم تمرينات ٣، ٤، ٥ فى جرعات موسم التدريب الأساسى للمضمار لمتسابقى ٨٠٠ متر منتصف الماراثون.

يجب مراعاة أن يصل معدل النبض خلال فترة الراحة وقبل أداء التكرار التالى إلى ١٢٠ نبضة / دقيقة، وإذا لم يتحقق ذلك تزداد فترة الراحة حتى يصل النبض إلى هذا المستوى.

لاكتات الدم

يعتبر تقنين حمل التدريب من المشكلات الحيوية التى تواجه المدرب، وقد استخدمت عدة مؤشرات فسيولوجية فى مقدمتها من الناحية العملية معدل القلب ونسبة تركيز حامض اللاكتيك بالدم، وقد تقدم أبو العلا أحمد عبد الفتاح وعثمان رفعت وعادل حلمى بورقة دراسية حول موضوع حامض اللاكتيك، حيث ذكروا أنه حينما تكون فترة العمل أكثر من ٣٠ ثانية وحتى دقيقتين، وفى هذه الحالة يتم إعادة بناء ATP عن طريق استهلاك الكربوهيدرات التى تكون مخزونة فى العضلات على شكل جليكوجين ينشطر أثناء العمل العضلى اللاهوائى ليتحول إلى جلوكوز، ثم يدخل فى سلسلة من التفاعلات عن طريق الإنزيمات، وهذه العملية تتم بسرعة لإعادة بناء ATP ويطلق عليها الجلكزة اللاهوائية Anaerobic Gycolysis وخلال هذه العملية يتحول الجلوكوز المركب من ٦ جزئيات كربون إلى ٣ جزئيات كربون ويطلق عليه حامض البيورفيك Pyruvic Acid، أو البيورفات Pyruvate وهذه البيروفات يمكن أن تنقل إلى الميتوكوندريا Mitcochondria وهى أجسام صغيرة داخل الليفة العضلية تتم فى داخلها عمليات التمثيل الغذائى الهوائى بواسطة الإنزيمات الخاصة بذلك فى وجود الأكسچين، أو قد تأخذ هذه البيروفات طريقا آخر فى حالة عدم توافر الأكسچين وسرعة العمل العضلى المطلوب لتصبح حامض لاكتيك Lactic acid عن طريق إنزيم يطلق عليه Lactate Dehyrogenase، وفى هذه الحالة يتم إنتاج طاقة أسرع ولكنها أقل حجما. ويؤدى تجمع حمض اللاكتيك فى الخلية العضلية إلى نقص درجة التوازن الحمضى القلوى pH، ويخرج من العضلة إلى الدم ويزداد تركيز اللاكتات بالدم، هنا يجدر الإشارة إلى أن الجسم لا ينتج فقط حامض اللاكتيك ولكنه أيضا يستهلكه، حيث يتم تحويل حامض اللاكتيك من الدم إلى القلب والكبد ثم إلى الكلى لكى يخرج جزء منه مع البول وإلى العضلات الأخرى غير العاملة التى يتوافر فيها الأكسچين لإعادة اللاكتيك مرة أخرى إلى حامض البيروفيك الذى يستهلك لإنتاج الطاقة الهوائية داخل الميتوكوندريا، ويتعرض مستوى حامض اللاكتيك فى الدم إلى ثلاثة متغيرات هى :

١- إذا تعادلت سرعة إنتاج حامض اللاكتيك مع سرعة التخلص منه أصبح مستواه فى الدم ثابتا بدون تغير بالرغم من استمرار العمل العضلى.

٢- إذا زادت سرعة إنتاج اللاكتيك أكثر من سرعة التخلص منه نتج عن ذلك

زيادة مستوى حامض اللاكتيك بالدم، ويعنى هذا زيادة سرعة أداء العمل العضلى واحتياجاته إلى معدلات إنتاج طاقة أكثر سرعة، كما يعنى من جانب آخر عدم قدرة وسائل التخلص من حامض اللاكتيك على مواجهة زيادة إنتاجه.

٣- إذا زادت سرعة التخلص من حامض اللاكتيك أكثر من سرعة إنتاجه يقل مستوى حامض اللاكتيك فى الدم، وتحدث هذه الحالة خلال فترة الراحة بعد أداء العمل العضلى أو فى حالة تخفيض شدة أداء العمل العضلى واتجاهه نحو العمل الهوائى، وبالتالى تكون هناك فرصة لتخلص الدم من حامض اللاكتيك نتيجة قلة إنتاجه ارتباطا بنقص الاعتماد على العمل العضلى اللاهوائى.

مستويات حامض اللاكتيك بالدم وعلاقاتها بشدة حمل التدريب

نظرا لهذا الارتباط بين معدل إنتاج حامض اللاكتيك وشدة العمل العضلى اللاهوائى. اعتمد كثير من الباحثين والمدربين على قياسات حامض اللاكتيك فى الدم كدلالات لتقرير مستوى الأداء الرياضى وتقنين الأحمال التدريبية، ونظرا لأن شدة الحمل البدنى تختلف درجاتها من نشاط رياضى إلى آخر ومن تدريب إلى آخر، ولسهولة الاستفادة من تحديد مستويات حامض اللاكتيك فى الدم وارتباطه بشدة الأحمال البدنية المختلفة أمكن من خلال نتائج بعض الدراسات العلمية التوصل إلى سبعة مستويات لشدة الأحمال التدريبية التى يمكن استخدامها كمناطق تدريبية لها مواصفاتها الفسيولوجية والتى نستعرضها فى الجدول التالى :

جدول (٦٢)

تصنيف مستويات شدة الأحمال البدنية تبعا لمستويات اللاكتات بالدم

عن أبى العلا وعثمان رفعت وعادل حلمى

م	مستوى لاكتات الدم مللى مول/لتر	المواصفات
١	١ مللى مول/ لتر مستوى البداية	لحظة بداية تجمع اللاكتات فى البلازما ويلاحظ فى هذه الحالة زيادة فى استهلاك الأكسچين مع زيادة مبدئية فى تركز حامض اللاكتيك لتصل إلى ١ مللى مول/ لتر، ويحدث هذا فى خلال الحركات البسيطة العادية
٢	٢,٢ مللى مول/ لتر	أقصى فترة تستمر خلالها الحالة الثابتة أى أقصى حالة ثابتة يصل إليها الرياضى Maximal Steady-state ويطلق عليها أيضا العتبة الفارقة الهوائية، حيث يكون النظام السائد لإنتاج الطاقة هو النظام الهوائى، وتكون الشدة ذات درجة منخفضة وتستخدم هذه الشدات فى بداية التسخين وخلال فترات التهدئة أو تمرينات الاستشفاء.

تابع جدول (٦٢)

م	مستوى لاكتات الدم مللى مول/لتر	المواصفـــــــات
٣	٢,٥ مللى مول/ لتر	يطلق على هذا المستوى مصطلح «العتبة الفارقة للاكتات» Lactate Threshold ويعبر عنها بشدة حمل التدريب التى تؤدى إلى وصول مستوى تركيز اللاكتات بالدم إلى ٢,٥ مللى مول/ لتر، ويمكن أن يصل الرياضى إلى هذا المستوى خلال فترة ١٠ دقائق من بداية العمل العضلى المعتدل الشدة.
٤	٤ ملل مول/ لتر	يطلق على هذا المستوى العتبة الفارقة اللاهوائية Anaerobic Threshold حيث تزداد سرعة استهلاك الأكسچين مع زيادة تركيز حامض متوسطة وأقل من مستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين ويعتمد عليها متسابقو المارثون ويطلق على هذا المستوى أيضا لحظة تجمع حامض اللاكتيك ليصبح على درجة مؤثرة فى الأداء إذا زاد عن هذا الحد، ويعمل المدربون على تنمية هذه الخاصية فى متسابقى المسافات الطويلة.
٥	٢-٧ ملل ملول/ لتر	العتبة الفارقة اللاهوائية الفردية Individual Anaerobic Threshold وتعنى معدل التمثيل الغذائى، حيث تصل زيادة تجمع حامض اللاكتيك إلى الحد الأقصى فى الدم فى الوقت الذى تتساوى فيه مع معدل انتشار حامض اللاكتيك من العضلات العاملة، وهذه الدرجة من الأداء تعنى زيادة كبيرة فى الحالة التدريبية للرياضى تمكنه من الأداء عند مستوى عال وفى نفس الوقت ترتفع كفاءة العمليات الخاصة بالتخلص من حامض اللاكتيك إلى درجة عالية بحيث لا يزيد تركيز حامض اللاكتيك فى الدم عن ٢-٧ مللى مول / لتر.
٦	٣,٥ -٥ مللى مول / لتر	تعتبر هذه المنطقة هى نقطة البداية للعتبة الفارقة اللاهوائية التى يتذبذب عندها مستوى تركيز حامض اللاكتيك حول مستوى ٤ مللى/ مول ويعبر عنها بنسبة مئوية من درجات الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين والتى تختلف من فرد إلى آخر تبعا لمستواه التدريبى ويعتبر المستوى الأعلى هو الأعلى درجة للنسبة المئوية للحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين.
٧	٢,٥-٦,٨ مللى مول/ لتر	يطلق على هذه المنطقة أقصى حالة ثابتة لمستوى لاكتات الدم Maximal Steady - state Blood Lactate أى أن هذا المستوى Level الذى يمكن أن يستمر الرياضى محتفظا بمستوى ثابت للأداء قبل أن تظهر عليه أعراض التعب.

الحد الأقصى لتركيز لاكتات الدم

لوحظ أن مستويات لاكتات الدم تصل إلى ٢٠-٢٥ مللى / مول بعد المنافسات التى تستمر فترتها ١-٢ دقيقة، بينما تصل هذه المستويات إلى ١٠-٢٠ مللى / مول فى المسافات التى تستمر فترتها أطول من ذلك. ويمكن أن يستمر الفرد فى حالة ثابتة قصوى لمستويات لاكتات الدم من ٢,٢-٦,٨ مللى مول لتر، وقد يعتمد ذلك على حالة استهلاك الجليكوجين ونسبة الألياف البطيئة إلى السريعة.

الفروق بين الجنسين

أظهرت الدراسات عدم وجود فروق بين كلا الجنسين فى النسبة المئوية للعتبة الفارقة اللاهوائية بالنسبة للحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين بالنسبة لمتسابقى ومتسابقات الجرى مسافات طويلة، كما أن التكيف بالنسبة للميتوكوندريا بالعضلات الهيكلية للرجال والسيدات المدربات على درجة عالية تقريبا تكون متشابه وأظهرت دراسات أخرى تفوق السيدات على الرجال فى اقتصادية الجرى كما أظهرت دراسة Helgerud أن السيدات اللاتى يتدربن لمسافات أطول أسبوعيا تظهر لديهن صفة الاقتصادية فى الجرى (تكلفة الجرى؛ أكسجين أقل وارتفاع فى شدة الأداء تظهر فى ارتفاع النسبة المئوية لاستهلاك الأكسجين خلال السباق مقارنة بالرجال).

الأطفال

يلاحظ أن مستوى اللاكتات بالدم وعجز الأكسجين أقل لدى الأطفال مقارنة بالبالغين عند أداء شدة نسبية أقل من الحد الأقصى.

الرياضيون كبار السن

ازدادت نسبة مشاركة كبار السن (أكثر من ٤٠ سنة) فى المنافسات الرياضية نتيجة زيادة تنظيم البطولات العالمية للأعمار الكبيرة، وبناء على نتائج .Maffuli et al وجد أن نتائج الرياضيين كبار السن المدربين تتساوى مع الرياضيين الأصغر سنا فى القدرة الهوائية وكذلك وجد تساوى فى العتبة الفارقة اللاهوائية. وبناء على هذه النتائج يمكن استنتاج أن التدريب لتحسين عمليات التكيف فى الميتوكوندريا يعتبر النتاج الأساسى الذى يتحكم فى تنظيم إنتاج اللاكتات فى العضلات الهيكلية العاملة.

ملخص

* يؤدى التدريب الرياضى المنتظم إلى التكيف Adaptation ويعنى تحسين الاستجابات الفسيولوچية لأجهزة الجسم.

* الاستجابات هى التغيرات الفسيولوچية التى تحدث تحت تأثيرات التدريب بشكل مؤقت مثل زيادة معدل القلب والتمثيل الغذائى ودرجة حرارة الجسم وغيرها.

* تنقسم التغيرات الكيميائية تحت تأثير التدريب إلى نوعين، تغيرات هوائية وأخرى لا هوائية.

تغيرات الجهاز الدورى فى الراحة

توجد خمسة تغيرات أساسية تظهر فى الراحة بالنسبة للجهاز الدورى وهى :

* زيادة حجم القلب، نقص معدل القلب، زيادة حجم الضربة، زيادة حجم الدم والهيموجلوبين، زيادة كثافة الشعيرات الدموية فى العضلات الهيكلية.

تغيرات الجهاز التنفسى

* زيادة أقصى تهوية رئوية فى الدقيقة، زيادة حجم هواء التنفس العادى، زيادة معدل النبض، زيادة فاعلية التهوية الرئوية، زيادة الأحجام الرئوية، زيادة سعة الانتشار.

* تغيرات فى تركيب الجسم.

* الفورمة الرياضية: هى حالة الاستعداد المثلى للرياضى لتحقيق الحد الأقصى للنتائج الرياضية، وهى تعبر عن ارتفاع مستوى الحالة التدريبية وهى حالة الاستعداد الأمثل للجسم وارتفاع الإمكانات الوظيفية لأعضاء وأجهزة الجسم وتحسن التوافق والعمليات السيكولوجية لمواجهة المتطلبات الوظيفية العالية خلال المنافسة، مع الاحتفاظ بمستوى عال من أداء الوظائف الحركية والأعضاء الداخلية وسرعة تهيئة الرياضى للأداء الصعب، وكذلك سرعة الاستشفاء بعد التعب.

* تعتبر النتائج الرياضية التى يحققها الرياضى فى المنافسة هى التقويم المباشر لمستوى الفورمة الرياضية، وخلافا للنتائج الرياضية يمكن أيضا تقويم الفورمة الرياضية من خلال مؤشرات تقدم المستوى الرياضى، وكذلك مؤشرات ثبات المستوى الرياضى.

* يؤدى انقطاع الرياضى عن التدريب إلى حدوث انخفاض كبير فى كل من الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين والكفاءة البدنية والهيموجلوبين الكلى وحجم الدم.

* ويعتبر الرياضيون ذوو المستويات العليا من أكثر الرياضيين فقدا لمستوى لياقتهم عند الانقطاع عن التدريب، ويكفى فترة الانقطاع عن التدريب لمدة ٢-٣ أسابيع لحدوث نقص نشاط إنزيمات الأكسدة، ونقص زمن الأداء، ونقص الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين.

* هضبة القوة المشكلة الحيوية التى تواجه المدربين فى المجال التطبيقى وخاصة لمتسابقى الوثب والرمى، حيث يتدرب الرياضى موسما رياضيا كاملا مع التركيز الكامل لتنمية القوة العضلية، إلا أن الناتج قد يساوى صفرا فى بعض الأحيان أو قد لا يحدث تقدم يعادل الجهد والوقت الذى بذل فى التدريب، وهذا ما يطلق عليه «الهضبة Plateau»، وهذه الحالة تعتبر

حالة طبيعية فى برامج التدريب لا تدعو إلى القلق ويمكن للمدرب التغلب عليها.

* توجد خمسة مبادئ أساسية لتنويع التدريب كوسيلة للتغلب على هضبة القوة وهى:

١- تغيير طريقة تنفيذ التدريب.

٢- محاولة استخدام تمرينات جديدة.

٣- التغيير فى ترتيب تنفيذ التمرينات.

٤- التغييرات فى عدد مجموعات التمرينات.

٥-اتخاذ القرارات بالتغيير.

* وهناك عدة طرق أخرى للتغلب على هضبة القوة وتشمل:

- التدريب الموزع للتغلب على هضبة القوة.

- بعض طرق التدريب للتغلب على هضبة القوة.

- طرق التدريب المتقدمة للتغلب على هضبة القوة.

* التدريب الزائد : هو حالة الوصول بعمليات التكيف للرياضى بمزيد من الضغط إلى الفشل ويفقد الرياضى ما سبق أن اكتسبه من التكيف، وبالتالى ينخفض مستوى الأداء وعادة ما تحدث للرياضيين الذين يتدربون بدرجة شديدة تزيد عن إمكاناتهم.

* ويحدث التدريب الزائد نتيجة لعدم التخطيط السليم بين العمل والراحة والاعتماد على استخدام طريقة واحدة من طرق أو وسائل التدريب أو عدم مراعاة التدرج فى زيادة حمل التدريب أو عدم إعطاء فترات راحة كافية.

وتتميز أعراض هذه الحالة بظهور تغيرات عصبية نفسية تؤدى إلى انخفاض مستوى النتائج وإلى اختلال وظائف الجهاز الدورى والجهاز العصبى، كما تنعكس هذه التغيرات على رسم القلب الكهربائى ECG مقاومة الجسم للأمراض.

* أعراض حالة التدريب الزائد تشمل أعراض تظهر على مستوى الأداء وعلى الناحية البدنية والناحية النفسية.

أنواع التدريب الزائد

أ- التدريب الزائد (المثبط) Inhibitory overtraining.

ب- التدريب الزائد (الاستثارى)

Excitatory overtraining

* هناك بعض الصعوبة فى تحديد كيفية علاج حالة التدريب الزائد ترجع إلى عدم المعرفة الدقيقة من أى شىء يجب استعادة الاستشفاء تكون من نقص جليكوجين العضلة وكذلك الأضرار والتلفيات التى حدثت بأنسجة العضلات من جراء عمليات الهدم.

* يطلق مصطلح «Tapering» على ذلك البرنامج الذى يخططه وينفذه المدرب خلال الفترة التى تسبق البطولة الهامة بحوالى أسبوعين أو ثلاثة أسابيع.

* يهدف برنامج التجهيز للبطولة إلى المحافظة على ما اكتسبه الرياضى من تكيفات فسيولوجية خلال الموسم وفى نفس الوقت يعمل البرنامج على استشفاء الرياضى من آثار التعب المختلفة التى مرت به طوال الموسم.

* ويطلق على أكبر سـرعة لاستهلاك الأكـسجين أثناء العمل العضلى باستـخدام أكثر من ٥٠٪ من عضـلات الجسم الحد الأقصى لاسـتهلاك الأكسجين أو القدرة الهوائية للقصوى.

* يعـبـر عن الحـد الأقصى المطـلق لاستـهـلاك الأكـسـجـين بعـدد اللتـرات المسـتـهلكة من الأكسجين فى الدقيقة الواحدة (لتر / دقيقة)، بينما يعبر عن الحد الأقـصى النسبى لاستهلاك الأكسجـين بعدد ملليلترات الأكسجـين مقابل كل كـيلوجرام من وزن الجـسم فى الدقـيقـة الواحدة وتحـسب بقسمة الحـد المطلق لاقصى استهلاك أكسجين بالملليلترات على وزن الجسم بالكيلوجرام فيكون الناتج تميزه ملليلتر / كجم / دقيقة.

* إذا تعادلت سـرعة إنتاج حامض اللاكـتيك مع سرعة التخلص منه أصبح مستواه فى الدم ثابتا بدون تغـيـر بالرغـم من اسـتـمـرار العـمل العضلى.

* إذا زادت سرعة إنتاج اللاكتـيك أكثر من سرعة التـخلص منه نـتج عن ذلك زيادة مـسـتـوى حـامض اللاكـتـيك بالدم، ويـعنى هذا زيادة سرعـة أداء العمل الـعضلى واحـتياجـاته إلى معدلات إنتاج طاقة أكثر سرعة، كما يعنى من جـانب آخر عـدم قدرة وسـائل التـخلص من حامض اللاكتيك على مواجهة زيادة إنتاجه.

* إذا زادت سرعة التخلص من حامض اللاكتيك أكثـر من سرعـة إنتاجه يقل مـستـوى حامض اللاكتـيك فى الدم، وتحدث هذه الحـالة خلال فـترة الراحـة بعد أداء الـعمل العـضلى أو فى حالة تخفيض شدة أداء العمل العضلى واتجاهه نحـو العـمل الهـوائى، وبالتـالى تكون هناك فـرصة لتـخلص الدم من حـامض اللاكتـيك نتيجـة قلة إنتاجه ارتباطا بنقص الاعـتماد على العمل العضلى اللاهوائى.

أسئلة للمراجعة

١- ما هو الفرق بين التكيف والاستجابة؟

٢- قارن بين التغيرات الهوائية واللاهوائية تحت تأثير التدريب ؟

٣- ما هى تغيرات تأثير التدريب من الجهاز الدورى أثناء الراحة ؟

٤- ما هى التغيرات الأساسية للجهاز التنفسى كاستجابة وكتكيف لحمل التدريب ؟

٥- ما هو تأثير التدريب على تركيب الجسم ؟

٦- ما هى الفورمة الرياضية وما هى مراحل تكويناتها ؟

٧- كيف يمكن تقويم الفورمة الرياضية ؟

٨- لماذا لا يمكن الاحتفاظ بالفورمة الرياضية بصفة دائمة ؟

٩- ما هى أكثر المؤشرات الفسيولوچية تأثرا للانقطاع عن التدريب ؟

١٠- ما هو تأثير الانقطاع عن التدريب على المتغيرات الفسيولوچية ؟

١١- ما هى هضبة القوة ؟

١٢- ما هى المبادئ الأساسية للتغلب على هضبة القوة ؟

١٣- كيف يمكن علاج هضبة القوة وما هى طرق ذلك ؟

١٤- ما هى ظاهرة التدريب الزائد وما هى أهم أسبابها ؟

١٥- ما هى أنواع التدريب الزائد الأساسية وكيفية علاجها ؟

١٦- ما هى الأعراض الأساسية للتدريب الزائد ؟

١٧- ما هى أهداف برنامج التجهيز للبطولة ؟

١٨- ما هى الإجراءات التى تتم تخفيض حمل التدريب استعدادا للبطولة ؟

١٩- ما هو الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين ؟

٢٠- ما أهمية الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين من الناحية الفسيولوچية ومن ناحية الأداء الرياضى ؟

٢١- كيف يمكن قياس الحدس الأقصى لاستهلاك الأكسچين عمليا ؟

٢٢- كيف يمكن تنمية الحد الأقصى للأكسچين ؟

٢٣- ما هو سبب زيادة حامض اللاكتيك فى الدم ؟

٢٤- ما هى العلاقة بين مستويات حامض اللاكتيك وشدة التدريب ؟

٢٥- ضع أمثلة تطبيقية لتغيرات حامض اللاكتيك ودلالاتها العملية ؟

التكيف Adaptation

ويعنى تحسين الاستجابات الفسيولوچية لأجهزة الجسم، ومع تكرار التدريب المنتظم تتحسن هذه الاستجابات ويمكن للفرد أن يؤدى حملا تدريبيا أعلى بنفس مستوى الاستجابات الفسيولوچية وهذا يعنى تقدم مستوى الرياضى ووصوله إلى مرحلة التكيف.

الانقطاع عن التدريب Detraining

يتطلب تحقيق التقدم فى المستوى الرياضى الانتظام فى التدريب، ولكن فى بعض الأحيان ينقطع الرياضى عن التدريب لفترة ما، وهذا يؤدى إلى انخفاض مستواه الفنى والبدنى نتيجة انخفاض ما اكتسبه من تكيفات خلال برامج التدريب.

التدريب الزائد (الاستثارى)

Excitatory overtraining

وفى هذا النوع من حالات التدريب الزائد يكون الرياضى متهيجا عدائيا يميل إلى الانهزامية. وهذا النوع من التدريب الزائد يحدث بصورة أسرع من التدريب الزائد المثبط. كذلك تتراكم آثاره بصورة أسرع نتيجة لاستخدام كمية الزائد Amount من الشدة العالية فى التدريب أو للإحباط النفسى.

التدريب الزائد (المثبط) Inhibitory overtraining

والسبب فى حدوث هذا النوع من التدريب الزائد غير معروف، إلا أنه من الممكن أن يكون له علاقة بنقص إمداد العضلات بالطاقة.

يعتبر الانتظام فى التدريب من سنة إلى أخرى إحدى وسائل الاحتفاظ بما اكتسبه الجسم من فوائد التدريب، ويمكن بالرغم من ذلك الاحتفاظ بالمستوى الذى أمكن التوصل إليه لعدة شهور.

الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين

Maximal Oxygen uptake (Vo_2 max)

ويطلق على أكبر سرعة لاستهلاك الأكسچين أثناء العمل العضلى باستخدام أكثر من ٥٠٪ من عضلات الجسم الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين أو القدرة الهوائية القصوى.

التدريب الزائد Overtraining

هو حالة الوصول بعمليات التكيف للرياضى بمزيد من الضغط إلى الفشل ويفقد الرياضى ما سبق أن اكتسبه من التكيف وبالتالى ينخفض مستوى الأداء وعادة ما تحدث للرياضيين الذين يتدربون بدرجة شديدة تزيد عن إمكاناتهم.

الاستجابات Responses

هى التغيرات الفسيولوچية التى تحدث تحت تأثيرات التدريب بشكل مؤقت، مثل زيادة معدل القلب والتمثيل الغذائى ودرجة حرارة الجسم وغيرها ثم يعود الجسم إلى حالته الطبيعية أثناء الراحة.

العودة إلى التدريب Retraining

العودة إلى مستوى اللياقة البدنية فترة الانقطاع عن التدريب تعتمد على مستوى لياقة

الفـرد البـدنيـة وعلى طـول فـتـرة الانقطاع عن التدريب.

الفورمة الرياضية Sport Form

هى حالة الاستعداد المثلى للرياضى لتحقيق الحد الأقـصى للنتـائج الرياضيـة، هى تعبـر عن ارتفـاع مـسـتـوى الحـالة التـدريبيـة وهى حـالة الاسـتعـداد الأمثل للـجسم وارتفـاع الإمكانات الوظيفيـة لأعضاء وأجهزة الجـسم وتحسن التوافق والعـمليات الـسيكولوجـيـة لمواجهـة المتطلبـات الوظيفـيـة العالـيـة خلال المنافـسة، مع الاحـتـفـاظ بمستوى عال من أداء الوظائف الحـركية والأعضاء الداخلية وسـرعة تهيئـة الرياضى للأداء الصعب، وكذلك سرعة الاستشفاء بعد التعب.

هضبة القوة Strength Plateu

وتعتـبر هضبـة القوة المشكلة الحـيوية التى تواجـه المدربين فى المجـال التطبـيـقى وخـاصـة لمتسـابقى الوثب والرمى، حيث يتـدرب الرياضى موسمـا رياضيا كامـلا مع التركيز الكامل لـتنمية القوة العضلية، إلا أن الناتج قد يساوى صفرا فى بعض الأحيـان أوقد لا يحدث تقدم يعـادل الجهد والوقت الذى بذل فى التـدريب، وهذا مـا يطلق عليه «الهضبة Plateu».

التجهيز للبطولة Tapering

يطلـق مـصـطلح «Tapering» على ذلك البرنامج الذى يخططه وينفذه المدرب خلال الفترة التى تسـبق البطولة الهامـة بحوالى أسـبوعـين أو ثلاثة أسـابيع، ومن المعنى اللفظى لهـذا المصطلح حسب مـا ورد فى القوامـيس أن كلمة Tapering تعنى التدرج فى الشىء العريض ليصبح أكثر ضيقا وحده، أو تحسين سن القلم بعد بريه، وهذا يعنى تقليل حجم برنـامج التدريب مع تحسـينه فى اتجاه تحقيق أعلى مستوى ممكن للأداء الرياضى.

الفصل الثالث عشر

المؤثرات المختلفة على مستوى الأداء الرياضى

- الجينات والرياضة
- التدريب فى المرتفعات
- التدريب فى الجو الحار
- التدريب الرياضى أثناء الصوم
- مساعدات تحسين الأداء Ergogenic Aids
- المنشطات
- الكرياتين Creatine
- مرفق الإنزيم كيو ١٠ Co Enzyme-Q10

يهدف هذا الفصل إلى:

- أن يتعرف القارئ على التغيرات الفسيولوچية التى تحدث لدى الرياضيين عند التدريب أو المنافسة فى المرتفعات والمراحل المختلفة التى يمر بهـا الرياضى والإجراءات اللازمة للحصول على أقصى استفادة ممكنة من التدريب أو المنافسة فى المرتفعات.
- أن يتعرف القارئ على تأثير تغيير الحرارة بالبيئة على المتغيرات الفسيولوچية ومستوى الأداء الرياضى وخطورة إصابات الحرارة وكيفية التعامل مع متغيرات الحرارة أثناء التدريب والمنافسة.
- أن يتعرف القارئ على تأثير الصيام على أجهزة الجسم المختلفة أثناء التدريب وكيف يمكن تنفيذ جرعات التدريب خلال فترات الصيام.
- أن يتعرف القارئ على مساعدات الأداء الطبيعية غير المحظورة وكذلك المنشطات المحظورة دوليا وأضرار كل منها.
- أن يتعرف القارئ على مادتى الكرياتين ومرفق الإنزيم Q ١٠ Co Enzyme-Q10، حيث انتشر استخدام هذه المواد بين الرياضيين فى الآونة الأخيرة.

الچينات والرياضة

كان اكتشاف الخريطة الوراثية للإنسان بمثابة الشرارة التى فجرت العديد من القضايا الأخلاقية والقانونية والاجتماعية والدينية، فقد أعلن الرئيس الأمريكى السابق كلينتون ومعه فى نفس الوقت رئيس الوزراء البريطانى تونى بلير عن إتمام مشروع الچينوم البشرى فى ٢٦ يونية عام ٢٠٠٠، ومنذ ذلك التاريخ لم تهدأ البشرية من مناقشة تلك القضايا العديدة التى لم تجد الحلول للكثير منها، ولم تقتصر هذه القضايا على المجالات الإنسانية المختلفة دون إغفال الرياضة كنشاط إنسانى يمكن أن يستفيد من هذا المشروع كما يمكن فى نفس الوقت أن يواجه أضرار الاستخدام السيئ، فما زال العالم الرياضى حتى الآن يواجه معركة استخدام المنشطات غير الشرعية لتحسين الأداء الرياضى وتحقيق الإنجازات الرياضية بصرف النظر عن خطورة ذلك على الرياضيين سواء من الناحية الصحية أو الناحية الأخلاقية.

وتبرز المشكلة من إساءة استخدام الچينات فى تحقيق إنجازات رياضية تجعل المنافسة الرياضية تخرج عن جوهرها الشريف خلافا لما قد يصيب الرياضى من أضرار صحية، وبالرغم من أن هذا المشروع ما زال فى بدايته، إلا أن الهيئات والمنظمات الرسمية العالمية قد بدأت تستعد للمواجهة وبذلت العديد من الإجراءات، وتعتبر المعرفة بهذا المشروع وتأثيراته المختلفة خطوة هامة لمواجهة هذا المجهول، وقد آن الأوان لكى يتخذ المدربون والإداريون والرياضيون وعلماء وأطباء الرياضة خطوات إيجابية وسريعة للتعرف على أساس الچينات الوراثية والبيولوچية الجزيئية والنواحى القانونية والأخلاقية والاجتماعية المرتبطة بموضوع الچينات، وتتطلب معالجة هذا الموضوع إنشاء جسر بين العاملين فى حقل الرياضة وعلماء الوراثة، فكل منهما بعيد عن حقل الآخر ويحتاج لمعرفة الكثير عنه، وهذا ما نهدف إلى تحقيقه من خلال تقديم موضوع الچينوم إلى القارئ وكيفية تأثيره على الرياضة بوجه خاص وسوف نستعرض ذلك من خلال تناول الموضوعات التالية:

أولا: بعض المصطلحات الجديدة فى المجال الرياضى.

ثانيا: مشروع الچينوم البشرى وأهميته للبشرية.

ثالثا: ما هو الچينوم البشرى؟

رابعا: هل يصنع البطل الرياضى أم يولد؟

خامسا: أنواع التعاملات الچينية المحتمل استخدامها فى المجال الرياضى.

سادسا: فوائد ومضار التعامل الچينى فى المجال الرياضى.

سابعا: الجهود الرسمية فى مواجهة إساءة استخدام الاكتشافات الوراثية.

أولا: مصطلحات جديدة فى المجال الرياضى

قبل البدء فى تناول مشروع الچينوم البشرى وعلاقته بالمجال الرياضى، يجب التعرف على بعض المصطلحات التى أصبح من الشائع استخدامها فى المجال الرياضى ارتباطا بهذا المشروع والتى تمكننا من فهم اللغة الجديدة السائدة للسير فى متابعة هذا الموضوع وتشمل:

الثورة الجينية	Genetic Revolution
التقنيات الجينية	Genetic Technologies
خريطة الجينوم البشرى	Mapping The Human Genome
التعديل الجينى	Genetic Modification
الهندسة الوراثية	Genetic Engineering
المعلومات الوراثية	Genetic Informtion
التحسين الجينى	Genitic Enhancement
التعامل الجينى	Genitic Manipulation
الرياضى الممتاز	Super Athlet
أخلاقيات اجتماعية حيوية	Biosocial Ethics
جينات التميز	Super-Genes
العلاج الجينى	Gene Therapy
المنشطات الجينية	Genitic Doping
الهندسة الوراثية الرياضية	Sport's Genitic Engineering
إساءة استخدام التقنية	Technology Abuse
الغش الجينى	Genitic Cheating
نقل الجين	Gene Transfers
أطفال مصممة	Designer Babies
أجسام مصممة	Designer Bodies

ثانيا: مشروع الجينوم البشرى

أعلن الرئيس الأمريكى السابق ومعه رئيس الوزراء البريطانى فى وقت واحد يوم ٢٦ يونية عام ٢٠٠٠ عن إتمام مشروع الجينوم البشرى، ويصف العالم هذا الاكتشاف بأنه **كتاب الحياة** أو خريطة الإنسان، وقد تكلف هذا المشروع ثلاثمائة مليار دولار.

ويعد هذا الكتاب من أهم الاكتشافات التى توصل إليها البشر طول تاريخهم العلمى، فهو سيساعد على تفادى أكثر من ٥٠٠٠ مرض من بينها الزهايمر وضمور العضلات والتقزم والسرطان ووهن العظام والتهاب المفاصل والربو.

قدرت فترة إنجاز المشروع بخمس عشرة سنة ثم تخفيضها إلى ثلاثة عشر عاما. ويقارن هذا الاكتشاف باختراع العجلة واكتشاف الطاقة الذرية وأهم من هبوط الإنسان على سطح القمر واكتشاف البنسلين.

ويهدف المشروع على التعرف على التركيب الوراثى الكامل والشفرة الجينية للإنسان، وأظهر المشروع أن الجينوم البشرى يحتوى على نحو ٣٠ - ٤٠ ألف جين تضمها ثلاثة مليارات وحدة فى كل من خلال الجسم البشرى التى يبلغ عددها نحو مائة تريليون خلية (تريليون يساوى ألف مليار).

اشترك فى هذا المشروع أكثر من ١٦٠٠ عالم من ١٦ دولة، وأمكن للعلماء التعرف على ٩٧٪ من الشفرة الوراثية وباقى ٣٪ تستكمل فى حدود عام ٢٠٠٣م.

ومن أهم ما كشف عنه اكتشاف الجينوم أن البشر يتفقون فى ٩٩,٩٪ من الشفرة الوراثية، وترجع جميع الاختلافات بين البشر إلى ٠,١٪ فقط.

ثالثا: ما هو الجينوم البشرى؟

يتطلب التعامل مع هذه الثورة العلمية الجديدة التعرف عن حقيقة الجينوم البشرى هو عبارة عن مجموعة كاملة من الكروموسومات، التى

تحتوى على الحامض النووى DNA والجينات التى تحمل الصفات الوراثية.

ويوجد الجينوم البشرى داخل نواة الخلية على شكل شبكة من الخيوط وهى الكروموسومات Chromosomes ويبلغ عددها ٢٣ زوجا نصفها يورث من الأب ونصفها الثانى يورث من الأم، وتحتوى جميع خلايا الجسم على هذا الجينوم عدا خلايا الدم الحمراء.

ويوجد الحامض النووى Deoxyribonucleic Acid (DNA) ضمن كل كروموسوم وهو يكون على شكل خيط كيميائى طويل حلزونى الشكل يشمل كل المعلومات الوراثية البيولوجية التى يحتاجها الجسم لكى يبنى ويحافظ على حياته، والكروموسوم هو شريط من الحمض النووى DNA، وهذا الشريط مكدس على ذاته فى حلزون لو فرد يصل طوله إلى مترين وقطره ١/ ٥٠٠٠ من المليمتر ويشغل ١/ مليون من المليمتر المكعب، ولو فرد هذا الشريط الحلزونى من ٤٦ كروموسوما فى داخل كل خلية فى كافة خلايا الجسم ووضعت الشرائط بجوار بعضها البعض لفاقت المسافة بين الأرض والشمس كما يقول الدكتور زغلول النجار وهى ١٥٠ بليون كيلو متر، ففى داخل خلايا الجسم البشرى الواحد ١٥٠ بليون كيلومتر من المعلومات الدقيقة للغاية.

ويتكون الجينوم من ثلاثة بلايين قاعدة توزع على الكروموسومات بحيث يبلغ طول الكروموسوم من ٥٠ - ٢٥٠ مليون قاعدة، ويحمل الكروموسوم عن سطحه الجينات وهى الشفرة الوراثية حيث يحتوى الحامض النووى DNA على الجينات Genes وتتكون الجينات من أكسونات Exones بينها فراغات تسمى أنترونات Intron وهى بذلك تشبه الجين بالفقرة التى تحتوى على الكلمات وهى الإكسونات وبينها الفراغات وهى الأنترونات، ويبلغ عدد الجينات فى الإنسان ٣٠,٠٠٠ - ٤٠,٠٠٠ جين، وبالرغم من ذلك فهى لا تشغل أكثر من ٢٪ من الجينوم البشرى، وتقوم الجينات بما تحمله من الخصائص الوراثية بتوجيه كل أنواع الخلايا، ويتكون كل جين من سلسلة خاصة من القواعد التى تحتوى على تعليمات صنع البروتين.

يوجد DNA فى الخلية فى مكانين أولهما يوجد فى نواة الخلية ويسمى Nuclear DNA، كما يوجد أيضا فى الميتوكوندريا وهى أجسام صغيرة توجد فى سيتوبلازم الخلية وهى مسئولة عن توفير الطاقة لهذه الخلية ويسمى Mitochondrial DNA (Mit DNA).

ويتميز DNA النواة بأن نصفه يورث من الأم ونصفه الآخر يورث من الأب، بينما DNA الميتوكوندريا يورث من الأم فقط لأنه يوجد فى بويضة الأم، ولا يوجد فى الحيوان المنوى عند اندماجه مع النواة، وترجع أهمية Mit DNA إلى ارتباطه بجميع عمليات توليد الطاقة التى تتم فى الميتوكوندريا بواسطة العمليات الهوائية (باستخدام الأكسچين)؛ لذلك فإنها ترتبط بالقدرة الهوائية للإنسان Aerobic Capacity، ولهذا أهميته فى المجال الرياضى حيث إن وراثة صفة التحمل الهوائى بناء على ذلك تأتى من ناحية الأم أكثر من ناحية الأب بالنسبة لعمليات إنتاج الطاقة، كما يرتبط أيضا Mit DNA ببعض الأمراض الوراثية مثل السكر وأمراض القلب الوراثية، كما أنها المسئولة عن عمليات الشيخوخة وأمراض باركينسون Parkinson's الزهايمر Alzheimer وبناء على ذلك فإن الحامض النووى DNA الذى

تتكون منه الجينات يتكون من أربع قواعد كيميائية .

١ - أدينن Adenine (A) .

٢- جيوانين Guanine (G) .

٣- سيتوسين Cytosine (C) .

٤ - ثيمين Thymine (T) .

وكل قاعدة تختلف عن الأخرى قليلا فى تركيبها العام من الأكسچين والكربون والنتروچين والهدروچين وتلحق كل قاعدة بجزيئى سكر (deoxyribose) وجزيئى فوسفات ليكون الناتج هو حامض النيوكليك النيكلوتيد Nucleotide nucleic acid .

رابعا : هل يصنع البطل الرياضى أم يولد ؟

ما زال هذا التساؤل يجذب اهتمام الباحثين ويجب أن تتجه بحوث المستقبل إلى دراسة دور العوامل الوراثية (الچينية) Genetic والعوامل البيئية Environmental فى صناعة البطل، فما زالت نتائج الدراسات فى هذا المجال فى بدايتها، حيث تظهر الفروق الوراثية بين الرياضيين عند تحقيقهم المستويات العليا فى الأداء، غير أنه لا يمكن ضمان نجاح الرياضى بدون التدريب المكثف، فالرياضى الذى يمتلك رصيدا چينيا لتحمل السرعة ولكن ليس لديه الحماس والرغبة الكافية للتدريب لن يمكن أن يصل إلى ما يمكن أن يحققه رياضى آخر أقل رصيدا فى الچينات ولكنه يتدرب أكثر ولديه مدرب جيد وإمكانات متوافرة، كما أن هناك عوامل أخرى تحدد مستوى النجاح وتحقيق المستويات العليا مثل الخصائص النفسية المرتبطة بالتفكير الخططى والدافعية لتحمل الألم أثناء التدريب أو المنافسة، كما تساعد أيضا الظروف البيئية مثل دور الأسرة والمجتمع .

ولكى يظهر تأثير العوامل الوراثية يجب أن توفر الظروف التى تساعد على ذلك مثل التدريب الجيد والمساندة العلمية الرياضية وتوافر الأجهزة وأدوات التدريب والإمكانات المختلفة .

وفى هذا المجال تركز الاهتمامات وتدور التساؤلات حول التفوق الواضح لمتسابقى العدو والجرى الأفارقة فهل هم حقا - أكثر موهبة من الناحية الچينية؟ فعند مقارنة متسابقى الجرى الأفارقة يلاحظ أنهم أفضل من غيرهم من متسابقى الجرى البيض فى الأنشطة الرياضية القصيرة -السريعة المتفجرة، كما أن المتسابقين من غرب أفريقيا أفضل فى مسابقات العدو. بينما المتسابقون من شرق أفريقيا أفضل فى أنشطة التحمل، وهذه الظاهرة أثارت العديد من التساؤلات والتفسيرات حول دور الوراثة فى صناعة البطل، ودور البيئة .

ما زال الصراع دائرا بين العلماء حول **هل الرياضى يصنع أم يولد؟**، حيث قدم Hopkins ٢٠٠١، دليلا عن أن الرياضيين يولدون ويصنعون Athletes are born and made بينما يميل Blacer ٢٠٠١، إلى اتجاه أن الرياضى يصنع من خلال الخبرة الرياضية والساعات التى تقضى فى التدريب أكثر منه يولد، ولا يمكن صناعة بطل بدون تدريب مكثف؛ لذلك يقترح Keith Davis، ٢٠٠١، نظرية النظم الديناميكية Dynamical Systems Theory .

بمعنى أن على المدربين وعلماء الرياضة أن يتفهموا أن هناك محددات كثيرة لتحقيق النجاح تختلف من رياضى إلى آخر، وهى التى تحدد مستوى النجاح وتشمل العوامل الوراثية

(الچينات) ونوعية وخبرة التدريب، ومستوى المدرب والخدمات العلمية المتكاملة التى تقدم للرياضى والثقافة الأسرية والاجتماعية، ومدى توفير الأجهزة والإمكانات، وكيفية تفاعل جميع هذه العوامل بعضها ببعض ويدعى Keith Davis أن دور الچينات فى تحقيق المستويات العليا للأداء الرياضى يبلغ نسبة حوالى ٢٠٪.

ولعل مثال التفوق الكينى فى جرى المسافات الطويلة يعتبر من القضايا التى شغلت الباحثين فى شتى بقاع العالم، ففى الوقت الذى تحتل لعبة كرة القدم المكانة الأولى لدى الشعب الكينى وبالرغم مما يصرف على كرة القدم فإن الفريق الكينى يأتى فى مؤخرة الفرق الأفريقية لكرة القدم، وبالرغم من محاولات الفوز بسباق ١٠٠ متر عدو، إلا أن أفضل رقم كينى لهذا السباق هو ١٠,٢٨ ثانية يأتى فى الترتيب ٥٠٠ بالنسبة للمستوى العالمى، وهذا يعنى أن المساندة الاجتماعية متوافرة لصناعة لاعب كرة القدم أو العداء فى كينيا، إلا أن ذلك فشل فى صناعة لاعب كرة القدم أو العداء، وتغلبت العوامل الوراثية على المساندة الاجتماعية، وهذه الدولة التى لا يزيد تعدادها على ٢٨ مليون نسمة أصبحت منذ الثمانينيات هى قمة العالم فى مسابقات الجرى مسافات طويلة، ففى دورة سول الأولمبية ١٩٨٨ هزت كينيا عالم الجرى حتى فاز متسابقوها بسباقات الجرى ٨٠٠ - ١٥٠٠ - ٥٠٠٠ متر، بالإضافة على سباق ٣٠٠٠ متر موانع، حتى فى بطولة اللعالم لاختراق الضاحية عام ١٩٩٨ حينما تحدد لكل دولة المشاركة بعد ستة متسابقين، فقد حصل متسابقو كينيا على المراكز من الأول حتى السابع فيما عدا المركز الثالث الذى حصل عليه متسابق أيضا من غرب أفريقيا من دولة إثيوبيا جارة كينيا، وأصبحت كينيا وحدها تمتلك ثلث أرقام العالم المسجلة فى مسابقات المسافات المتوسطة والطويلة، وإذا ما قارنا بين زمن سباق الماراثون فى عامى ١٩٩٠ و ٢٠٠٠ يلاحظ أن المتسابقين الذين سجلوا زمنا أقل من ٢,٢٠ ساعة فى هذا السباق فى عام ١٩٩٠ بلغ عددهم ٦٥ من أمريكا و٥٤ من بريطانيا و١٢ من كينيا، وفى عام ٢٠٠٠ تغيرت الصورة وقفز عدد الكينيين من ١٢ متسابقا إلى ٢٢٢ متسابقا.

بذل الدانمركيون جهودا كبيرة لمحاولة تفسير هذا التفوق الكينى، وقد توصلت دراسات Benget Saltin عن المقارنة بين الكينيين والدانمركيين إلى أن الفارق كان بسيطا فى المقدرة الهوائية (القدرة على استهلاك الأكسچين) وكذلك فترة المحافظة على إنتاج الطاقة قريبا من الحد الأقصى قبل هبوط فاعلية الأداء، وإن كان الفارق فى مصلحة الكينيين، غير أن الفارق الأكبر كان فى كيفية تحويل الطاقة إلى حركة إلى الأمام، ويرجع ذلك إلى التركيب المورفولوچى للكينيين حيث لديهم أرجل طويلة ونحيفة مقارنة بالدانمركيين الذين يتميزون بزيادة حجم العضلة التوأمية، كما يتميز الكينيون بأنماط أجسام نحيفة Ectomorphs وقصر القامة وسعة رئوية تتميز بطبيعتها بالضخامة، بالإضافة إلى نظام إنتاج الطاقة المؤهل لمسابقات التحمل، وكلها مؤهلات بيوميكانيكية تصلح للمسافات الطويلة، ولكنها تعتبر خصائص معوقة للأنشطة التى تتطلب سرعات لا هوائية مثل العدو وكرة القدم، وهذا يفسر فشل كينيا فى إعداد العدائين ولاعبى كرة القدم بالرغم من الجهود المبذولة فى هذا الاتجاه.

وما زال السؤال يطرح نفسه وهو: لماذا يلاحظ أن جميع أرقام الجرى بداية من ١٠٠ متر إلى المارثون مسجلة بواسطة رياضيين من أصل أفريقى؟

هل يرجع ذلك إلى العامل الوراثى؟

قد يفسر البعض من البيض ذلك التفوق بأن اللجوء إلى مثل هذه الأنشطة الرياضية ومحاولة التفوق فيها يعد هروبا من الفقر، ويرى البعض أن عامل الوراثة يلعب دورا هاما ويطرحون تساؤلا. إذا لم يكن هناك فروق بيولوجية تساهم فى التفاوت الكبير فى الرياضة، فبماذا يمكن تفسير حقيقة أن ٤٩٨ من بين أفضل ٥٠٠ عداء لسباق ١٠٠ متر فى التاريخ حققها رياضيون كانت نشأتهم من غرب أفريقيا. وأن أفضل ٥٠٠٠ حصان حاليا فى العالم أصلهم يرجع إلى أربعة خيول تم انتقاؤهم فى بريطانيا فى منتصف القرن الثامن عشر. ولكن النجاح الرياضى هو ظاهرة معقدة جدا، ولا تستطيع الچينات وحدها أن تحدد من هو أفضل عداء فى العالم، ولكن يمكن بالتدريب تحقيق ذلك.

وقد ظهرت كثير من الحالات التى تساند افتراضية تأثير العامل الوراثى على تحقيق المستويات الرياضية العليا حالات تفوق بعض التوائم سواء على مستوى العالم مثل أخوات ويليامز Williams Sister فى التنس وفى مصر ظاهرة حسام وإبراهيم حسن فى كرة القدم، وتامر ورامى عبد الوهاب فى السباحة وغيرهم. كما لوحظ ارتباط التفوق الرياضى ببعض المناطق مثل تميز الرياضيين البيض من أصل أوروبى بالقوة الطبيعية للطرف السفلى، وذلك يؤهلهم للتفوق فى الرمى ورفع الأثقال وتفوق لاعبى خط الهجوم فى كرة القدم من غرب آسيا وتفوق لاعبى الغطس والجمباز من الصين فى الوقت الذى لا يوجد فيه عداءون بارزين أو متسابقو جرى أو وثب من الصين، وأفضل لاعبى الغطس فى شرق آسيا، وأفضل عدائين ووثابين من غرب أفريقيا، بينما أفضل متسابقى مسافات طويلة من شرق أفريقيا.

المستجيبون وغير المستجيبين للتدريب (القابلية للتدريب)

أظهرت نتائج دراسات Claud Bouchard وزملاؤه من جامعة Laval فى Quebec أفضل النتائج حول موضوع الوراثة، ففى بداية فترة الثمانينيات حاول Bouchard وزملاؤه التعرف على مقدار الاختلاف فى مستوى اللياقة البدنية لدى مجموعة من الأفراد الذين يتدربون بنفس الأسلوب، سواء من الناحية الوراثية أو البيئية، مثل التغذية والتدخين وعادات التدريب والعمر والحالة الاجتماعية وأمكنهم التوصل إلى بعض الاستنتاجات الشيقة نورد بعضها فيما يلى:

فروق مستوى التقدم فى الأداء

فى أولى هذه الدراسات تم تدريب ٢٤ فردا عاديا بنفس أسلوب التدريب ولمدة ٢٠ أسبوعا وكانت النتائج تشير إلى اختلاف استجابة الأفراد للتدريب، حيث بلغ متوسط التقدم فى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين ٣٣٪، فيما بلغ مستوى التقدم ٨٨٪ لدى أحد أفراد المجموعة، بينما زاد لدى فرد آخر فقط ٥٪ بالرغم من تنفيذ نفس البرنامج.

وفى القدرة على العمل على دراجة قياس الجهد لمدة ٩٠ دقيقة وبعد التدريب ٢٠ أسبوعا بنفس الطريقة حدثت نفس الظاهرة حيث بلغ أعلى تقدم ٩٧٪ بينما كان أقل تقدم ١٦٪ (أقل من ١٪ لكل أسبوع).

وهذه النتائج جعلت علماء Laval يستخلصون أن هناك ما يمكن أن يطلق عليهم مستجيبين Responders وآخرين يطلق عليهم غير مستجيبين non-responders داخل كل مجموعة من الأفراد، حيث يحقق المستجيبون تقدما كبيرا فى القدرة الهوائية والأداء كنتيجة للتدريب، بينما لا يحقق ذلك «غير المستجيبين»، وبذلك يستنتج العلماء أن هناك نسبة ٥٪ من أى مجتمع مستجيبين ويمكنهم التقدم بنسبة ٦٠٪ وفى نفس الوقت وبنفس النسبة يوجد غير المستجيبين ولا يتقدمون تحت تأثير التدريب بأكثر من ٥٪، ويؤكد ذلك أيضا Benget Saltin فى دراسته على تنفيذ مجموعة من الكينيين والدانمركيين برنامجا تدريبيا موحدا، إلا أن الكينيين تقدموا بنسبة ٣٠٪ مقابل الدانمركيين الذين تقدموا بنسبة ١٥٪.

مقياس الوقت Time Scale

وجد أيضا باحثو Laval أن مقياس وقت التدريب يلعب دورا هاما فى الفروق بين الأفراد حيث يمكن أن يتحسن بعض الأفراد تحسنا كبيرا خلال فترة ٤-٦ أسابيع من التدريب، غير أنهم لا يتقدمون بعد ذلك، بينما لا يتقدم الآخرون خلال فترة ٦-١٠ أسابيع من التدريب غير أنهم بعد ذلك يتقدمون فى القدرة الهوائية بنسبة ٢٠-٢٥٪ بعد التدريب لمدة ١٠ أسابيع أخرى إضافية.

دراسات الأسرة

وعامة تشير نتائج الدراسات التى أجريت على الأخوة والأخوات أن نسبة مساهمة اللچينات تبلغ ٢٠٪ فقط بينما ترجع النسبة الباقية (وهى ٨٠٪) إلى التدريب وأسلوب الحياة.

وقد وجد الباحثون أيضا من نتائج دراسات الأبناء وأمهاتهم أن الچينات مسئولة عن ٢٨٪ فقط فى الفروق بالنسبة للحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين، فيما ترجع نسبة ٧٢٪ إلى التدريب والعوامل الأخرى.

ولم تؤكد نتائج الدراسات التى أجريت على الأبناء وآبائهم وجود تأثير للعامل الوراثى بالنسبة للقدرة الهوائية.

ولكن لماذا أصبحت الأم أكثر أهمية من الأب فى توريث السعة الهوائية؟ وتحديد استعداد الرياضى لأنشطة التحمل، وترجع الإجابة على ذلك السؤال إلى الميتوكوندريا Mitochondria التى توجد فى كل خلية لتوفر لها الطاقة التى تحتاجها فى أداء أنشطة التحمل الهوائى، حيث يرث الطفل الميتوكوندريا أساسا من الأم وليس من الأب؛ لأن بويضة الأم تحتوى على الميتوكوندريا، بينما يخلو الحيوان المنوى Sperm للأب من الميتوكوندريا، وبهذا يمكن القول أن الوراثة وحدها لا تلعب الدور الرئيسى فى المستويات الرياضية العليا، ولكن إضافة إلى ميتوكوندريا الأم هناك أيضا عوامل وراثية أخرى من «شبكة الأوعية الدموية التاجية» «Heart's Coronary network» (توزيع حجم الأوعية الدموية فى عضلة القلب) وكذلك الأوعية الدموية الرئوية والحجم الكلى لعضلة القلب وحجم البطين الأيسر الذى يدفع الدم المحمل بالأكسچين إلى جميع أجزاء الجسم وكذلك بروتينات العضلات وإنزيمات إنتاج الطاقة وتركيب الليفة العضلية، حيث إنه إذا كان لدى الأب والأم ألياف عضلية Type 1 (ألياف التحمل البطيئة) فيمكن أن يتفوق الابن فى الماراثون، كما أن التمثيل الغذائى للدهون يرجع إلى الوراثة، ويرجع البعض ٩٠٪ من التفوق فى سباق الماراثون إلى نسبة الألياف البطين Type 1.

خامسا: أنواع التعاملات الجينية المحتمل استخدامها

أصبحت فضائح المنشطات جزءا روتينيا تحدث خلال المنافسات الرياضية الحديثة، بما فيها الألعاب الأولمبية، غير أن هذه المنشطات سوف تصبح شيئا من الماضى، حيث يتنبأ العلماء أنه خلال الفترة القادمة خلال ٥-١٥ سنة سوف يستخدم الرياضيون الهندسة الوراثية Genetic Engineering لتحقيق التفوق على منافسيهم، بل أكد بعض العلماء خلال مؤتمر لندن فى ٣٠ نوفمبر ٢٠٠٠ بأن تحسين الأداء الرياضى عن طريق الجينات والذى يعتبر يوم الرعب الرياضى أصبح قريبا، ويتوقعون أنه ابتداءا من دورة أثينا ٢٠٠٤ سوف يبلغ عدد الرياضيين الذين يتعاملون جينيا العشرات إن لم يكن المئات، ويقول Johann Olav عضو الوكالة الدولية لمضادات المنشطات باللجنة الأولمبية أن التعامل الجينى الرياضى قد بدأ بالفعل، وعلينا ألا نكون خياليين وأن نكون واقعيين، ويستهدف التحسين الجينى للأداء الرياضى Genetic Enhancement of Athletic Performance أن تصبح عضلات وعظام الرياضى أقوى لأنشطة القوة والسرعة والقوة المميزة بالسرعة، وأن يتحمل الرياضى الألم كما فى أنشطة التحمل والملاكمة والمصارعة بأنواعها المختلفة، وسرعة الاستشفاء والتخلص من التعب وفاعلية استخدام الأكسجين.

وقد صنف العلماء بعض أنواع الجنات التى يمكن إساءة استخدامها فى المجال الرياضى كما يلى:

١- منظمات البروتينات Systemic Proteins مثل هرمون النمو Growth hormone.

٢- أدوية الجروح والإصابات Wound or injury healing وتشمل PDGF, KGF وعوامل ترميم العظام Bone repair Factors.

٣- زيادة كتلة العضلة Increase muscle mass وتشمل عوامل بناء الأوعية الدموية Angiogenic Factors للقلب.

٤- تنمية الوعاء الدموى Blood Vessel Growth مثل FGF-1,2,4,5 vascular Endothelial growth factors (VE-GF) عوامل نمو الغشاء المبطن الوعائى.

٥- راحة الألم Pain Relief مثل الأندروفين والأنكيفالينز Endorophins, Enkephalin وغيرهما من analgesic peptides.

٦- عوامل عصبية Neurological مثل عوامل هرمون النمو الغدة النخامية أو الهيبوثالامس GHRF, Cognitional memory Engancers made altering.

وسوف نتناول بشىء من التفصيل بعض ما تمكن العلماء من اكتشافه من بين هذه المعالجات.

سادسا: فوائد ومضار التعامل الجينى فى المجال الرياضى

إن اكتشاف خريطة الجينوم البشرى للإنسان كما له من فوائد كثيرة فإن له وجها آخر لو تم إساءة استخدامه وخاصة فى المجال الرياضى، حيث أصبح هدف الفوز بالميدالية الذهبية الأولمبية وما تحققه للرياضى من مكاسب مادية هدفا يجعل البعض مستعدا لمواجهة الخطر فى سبيل تحقيقه، وهناك فى رأينا ثلاثة مجالات يمكن للرياضة أن تتعامل خلالها مع الجينات وهى: العلاج

الجينى، والانتقاء الرياضى، وتحسين مستوى الأداء الرياضى الجينى.

١- العلاج الجينى Genetic Therapy

العلاج الجينى هو مدخل للعلاج أو التداوى والوقاية من المرض بواسطة تغيير جينات الفرد، ويعتبر العلاج الجينى ما زال فى طفولته فى مرحلة الدراسات والتجريب، وهو يستهدف الجسم أو خلايا البويضة أو الحيوان المنوى، وقد استطاع علماء الوراثة أن يخطوا خطوات متقدمة فى العلاج الجينى فى اتجاه إيلاج جينات مصنعة إلى الجسم لتقوم بإنتاج بروتين علاجى يقوم بالحد من انتشار المرض ويخفف الشعور بالألم، وبالرغم من أن هذه الطريقة ما زالت تحت التجريب بالنسبة للإنسان، غير أنها حققت نجاحا كبيرا فى التجارب على الحيوانات، وعند نجاح التجارب على الحيوان يمكن تجربتها على الإنسان بهدف علاج الكثير من الأمراض والإصابات التى تصيب الرياضيين والتى تسبب فى اعتزال الكثير منهم وهم فى قمة مستواهم الرياضى، فمن خلال النقل الجينى Gene Transfer يمكن علاج إصابات الأربطة والعظام والغضاريف والأنسجة وتشكيل الغضاريف الجديدة وعلاج كسور الضغط Stress Fractures والتى تشكل حوالى ١٥٪ من إصابات متسابقى الجرى، وهناك أمثلة على رياضيين اعتزلوا الرياضة فى أعمار صغيرة نتيجة مثل هذه الإصابات مثل لاعب كرة القدم أجرى له أربع عمليات جراحية، وكذلك مشهد عداء ٤٠٠ متر Derek Redmond حينما كان يعرج حول مضمار برشلونة ١٩٩٢ والذى أجرى ١٣ عملية جراحية فى ركبته ومفصل القدم، كما يؤدى العلاج الجينى إلى سرعة الشفاء وعودة الرياضى إلى الملعب بأسرع وقت ممكن، وهذا هو الجانب الإيجابى للاستفادة من الجينات فى المجال الرياضى، غير أن البعض يرى أن هذه القضية شديدة التعقيد، فهناك خط غامض يتطلب المناقشة بين كل من «إعادة إصلاح الصحة» Health restoration وتحسين الأداء Performance Enhancement وعلى سبيل المثال إذا ما استخدم أحد الرياضيين التعديل الوراثى Genetic Modification فى التغلب على الربو الخلقى أو غيره من الموروثات غير الطبيعية فقد تؤثر عملية العلاج هذه على مستوى الأداء الرياضى، وهذه إحدى القضايا التى سوف تواجه المسئولين مستقبلا.

٢- الانتقاء الرياضى Genetic Selection

كما أن هناك إمكانية للتنبؤ المبكر بالأمراض الوراثية التى يمكن أن تصيب الإنسان فى مستقبل حياته من خلال التعرف على الجينات التى تحمل خصائص هذا المرض، يمكن أيضا التعرف على الخصائص المميزة للرياضيين منذ البداية من خلال الجينات.

أعلن المعهد الأسترالى للرياضة أن باحثيه من قسم الجينات الإكلينيكية البيولوجية ومستشفى الأمير الفريد والذين يعملون به معا لإيجاد الجينات المساعدة على التنبؤ بالمقدرة الرياضية الطبيعية، ويستخدمون فى ذلك سحب عينات الدم من الرياضيين ذوى المستويات العليا للمساعدة على معرفة الفروق الجينية، وقد اكتشف نفس هؤلاء الباحثين أن لاعبى التجديف لديهم شفرة جينية تساعدهم على صحة الجهاز الدورى.

بالرغم من عدم التوصل إلى بعد إلى مؤشرات جينية Genetic Markers التى قد تسهم فى صناعة البطل الرياضى المتميز، فقد أمكن

الكشف عن البعض من هذه الجينات، وهناك دلائل على أن أبطال العالم فى مسابقات التحمل لديهم بعض الأفضلية الجينية فى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين وقابلية لزيادته مع التدريب وإمكانية الوصول إلى حد أقصى لمعدل القلب.

أمكن لرودلف كوفر Rudolf Kover أن يقدم بعض الاستنتاجات فى المجال التطبيقى للانتقاء وتشمل:

١- أثبتت نتائج الدراسات الوراثية أن للوراثة دور كبير فى التأثير على بعض السمات الجسمية والمقدرات الحركية والرياضية، وفى كل هذه الحالات تعتبر الجينات هى السبب الرئيسى للفروق فى مستوى الصفات الحركية والرياضية بين الأفراد الذين يعيشون فى بيئات متماثلة.

٢- من المهم جدا من وجهة نظر الانتقاء الرياضى معرفة السمات الجسمية والقدرات الحركية ومدى ارتباط كل منهما بالوراثة، حيث يمكن من خلال ذلك التنبؤ بدرجة معنوية أكثر.

٣- لا يمكن للصفات الوراثية وحدها أن تصل بالفرد إلى تحقيق أقصى نمو حركى ورياضى بدون تجهيزات البيئة المثلى لتحقيق ذلك.

وارتباطا بتحديد الصفات الوراثية الأكثر ارتباطا بالأداء الرياضى يمكن عرض ملخص لنتائج بعض الدراسات التى أجريت على التوأم:

١- ترتبط الخصائص الهيكلية وتركيب الجسم (وخاصة طول القامة) بدرجة أعلى بالوراثة أكثر من الخصائص الوظيفية والقدرات الحركية.

٢- تشارك الوراثة بنسبة عالية فى بعض القدرات المرتبطة بالسرعة والتحمل التى تظهر فى سرعة الجرى وسرعة رد الفعل والقوة المتفجرة والقوة ومرونة المفاصل.

٣- تتأثر قياسات القوة القصوى كما تقاس بالديناموميتر بكل من الوراثة والبيئة.

٤-تساهم البيئة فى بعض المهارات واستعدادات التعلم الحركى.

٥- تعتبر البيئة هى الأكثر تأثيرا فى الأنشطة المتكاملة التى تتطلب مساهمة قدرات حركية مختلفة وعمليات طويلة من التعلم والخبرة.

وترتبط عملية انتقاء الرياضيين الموهوبين بالتركيز على تلك الصفات والخصائص التى تتميز بالثبات، وفيما يلى بعض نتائج الدراسات الطولية عن ثبات بعض الخصائص:

١- جميع الصفات الجسمية والقدرات الحركية التى تتأثر بالبيئة يلاحظ أنها تتميز بالثبات نسبيا.

٢- يعتمد المستوى النهائى الذى يحققه الرياضى فى صفة معينة على مستوى هذه الصفة الأولى، وترجع احتمالية الانحراف عن التطور الفردى إلى نقص تأثير الوراثة وزيادة تأثير البيئة.

٣- توجد علاقة قوية بين ثبات الخصائص الحركية المختلفة والسمات الجسمية وكذلك التنبؤ بها وتأثير التدريب

الأولى عليها، وأكثر هذه الخصائص ثباتا هى التى يمكن الاعتماد عليها أكثر فى التنبؤ، غير أنه فى نفس الوقت تعتبر إمكانية تأثيرها ونموها محدودة أكثر.

٣- تحسين الأداء الچينى
Genetic Enhancement

يقول ديك بوند Dich Pound رئيس اللجنة العالمية لمكافحة المنشطات (Wada) أن العلاج الچينى أصبح له قوة فى الثورة الطبية لعلاج الأمراض وتحسين نوعية الحياة، ولكن للأسف هذا التكتيك مثله كغيره يمكن إساءة استخدامه لتحسين الأداء الرياضى، وأن نفس هؤلاء الأشخاص الذين يغشون فى الرياضة اليوم سوف يجدون طرق إساءة استخدام الچينات، فالتنشيط الچينى Gene doping لتحسين الأداء الرياضى ليس فقط عملا غير أخلاقى ولكنه يطرح مجموعة كبيرة من الأخطار الصحية على الرياضيين.

وعلى سبيل المثال فإن الطرق التى استخدمت فى دراسات على الحيوانات بجامعة Pitrsburgh يمكن استخدامها لعلاج الإصابات الرياضية وفى نفس الوقت لتحسين الأداء الرياضى، حيث يقوم العلماء بإيلاج خلايا معينة فى خلايا العضلة على أمل مساعدة الأطفال المصابين بالضمور العضلى muscular dystrophy، وبالتالى يمكن استخدام نفس هذا التكتيك مع الرياضيين، وبصفة عامة فإن من بين ما يستهدف تحسين الأداء الچينى تطويره هو تنمية صفات القوة العضلية والتحمل، وقد بذلت محاولات فى هذا المجال وأمكن التوصل إلى بعض الچينات التى تساعد على تحقيق ذلك بالنسبة للرياضيين، وإن كان البعض يرى أنها ما زالت مجرد تجارب على الحيوانات، ويرى البعض الآخر أنها قد تكون بدأت فعلا ولو بأساليب مبدئية أو سرية ولكن لا توجد دلائل تؤكد استخدامها، ولعل ما يثير مخاوف العلماء وقوّى الشك لديهم ببدلية التعامل الچينى مع الرياضيين بعض الظواهر الرياضية الغريبة مثل:

- فى نوفمبر عام ٢٠٠١ حصلت المتسابقة الصينية Guo Lingling على المركز الثانى فى سباق ٤٠٠ متر حواجز بالرغم من أن عمرها ١٥ سنة.
- أمكن للمتسابقة الصينية Yu Guoping وعمرها ١٤ سنة أن تحقق المركز الثانى فى سباق ٥٠ كيلو مترا مشيا، علما بأن هذا السباق يستمر لفترة ٤ ساعات ولا توجد دلائل تؤكد أن هذه النتائج غير المعقولة فى هذه الأعمار الصغيرة تحققت نتيجة التعامل الچينى Genetic manipulation.
- أمكن لمتسابق الانزلاق Eero Maentyranata الفوز بميداليتين ذهبيتين فى الدورة الأولمبية الشتوية عام ١٩٦٤ ثم ٧ ميداليات ذهبية خلال ٣ دورات أولمبية، واتهم فى ذلك الوقت باستخدام إعادة الحقن بالدم Blood doping لزيادة خلايا الدم الحمراء بهدف زيادة الهيموجلوبين، وبالتالى زيادة الأكسچين والمقدرة على التحمل والمقاومة، غير أنه لم يمكن إثبات ذلك، ومع ضخامة التطورات فى مجال

تكنولوچيا الچينات فى السنوات الأخيرة يمكن للعلماء حل سر Maentyranata فهل كان يحمل تعامل چينى والذى ينتج كمية كبيرة من هرمون Erythropoietin والذى يجعل الجسم ينتج كرات دم حمراء كثيرة، وكما أن هناك چينات مرشحة لزيادة التحمل الهوائى هناك چينات أخرى مرشحة لزيادة القوة العضلية والسرعة.

چينات زيادة القوة العضلية والسرعة:

تعتبر القوة العضلية من الصفات البدنية الأساسية التى تعتمد عليها جميع الأنشطة الرياضية بدرجات مختلفة، كما يتأسس عليها تنمية الصفات البديلة الأخرى، وترتبط تنمية القوة العضلية بعاملين: أحدهما التضخم العضلى، والآخر التعبئة العصبية، ويستخدم الرياضيون أنواعا مختلفة مثل الهرمونات البنائية لزيادة الكتلة العضلية، ولكن مع التطور المستقبلى يقول Dik Pound رئيس Wada أننا سوف ننظر إلى الهرمونات البنائية التى استخدمها العداء الكندى بن چونسون Ben Johnson على أنها تعتبر عملا يمكن تشبيهه بالنقوش التى يرسمها الإنسان البدائى على حوائط الكهوف فى الأزمنة القديمة، إذا ما قورنت بما يمكن أن تقدمه الهندسة الوراثية Genetic Engineering، وهناك بعض الچينات التى لها علاقة بالتضخم العضلى أظهرت التجارب على الحيوانات نجاحها، كما يستخدم البعض منها فى العلاج الچينى.

هرمون النمو البشرى

Human Growth Hormone (HGH)

من الچينات المستهدفة لإساءة الاستخدام فى المجال الرياضى خلال الفترة القادمة چين هرمون النمو البشرى (HGH) نظرا لصعوبة اكتشافه، ويستخدم معظم لاعبى القوة والسرعة هذا الهرمون لزيادة الكتلة العضلية وقوة العضلة، كما تستخدمه أيضا لاعبات الجمباز والرقص على الجليد بهدف تأخير النمو الجنسى، وهو ضمن قائمة العقاقير المحظورة من قبل اللجنة الأولمبية الدولية، وفى حالة استخدام چين هذا الهرمون فإنه سوف يؤدى إلى كبر حجم أعضاء الجسم والعضلات، غير أن خطورة ذلك تكمن فى عدم السيطرة على عملية النمو هذه فيكبر حجم عظام الوجه واليدين، وكذلك يمكن أن تؤدى زيادة الهرمون إلى تخثر الدم والجلطات والأمات القلبية والوفاة، وإن كان Helen Blau أخصائى الفسيولوچيا الجزيئية بجامعة Stanford يقول أنه يمكن إيقاف تأثير هذا الهرمون بتناول مضادات حيوية عن طريق الفم.

هرمون إظهار هرمون النمو

Growth Hormone Releasing Hormone (GHRH)

يسعى بعض الرياضيين إلى الحقن بچين هرمون (GHRH) وهو يمكن أن يكسب الرياضى المزيد من الكتلة العضلية التى يمكن أن تصل إلى ٧٠ - ٨٠ رطلا كما يقول Sweeney، وفى تجربة قام بها Dr. Robert Schwarts (Baylor College of Medicine) قام بحقن الخنازير الصغار بـ (GHRH) ووجد أنها نمت فى الوزن بنسبة ٣٧٪ مع قلة نسبة الدهن بنسبة ١٠٪ وأصبحت أقوى مقارنة باختزانها، ولكن يصعب إيقاف مفعول (GHRH) فى نمو العضلات إذا ما تم استخدامه.

بروتين Mechano- Growth Factor (MGF)

يجرى الباحثون من London's ROYAL

Free Hospital and Ult's Medical School هندسة بناء العضلات على الثيران باستخدام لقاح Mechano-Growth Factor (MGF) وهو بروتين يجعل العضلات تنمو وترمم نفسها، وقد وجد أن اللقاح به يزيد من كتلة العضلة بأكثر من ٦٠٪ خلال شهر واحد بدون تدريب.

بروتين

Insulin- Like Growth Factor-1 (IGF-1)

يقود دكتور لى سوين Dr. H. Lee Sweeney فريق بحث من قسم الفسيولوچى بجامعة بنسلفانيا Pensylvania بهدف زيادة حجم العضلات حيث تم حقن عضلات فأر تجارب بجين يأمر الخلايا العضلية لإنتاج IGF-1 وهو بروتين يجعل العضلات تنمو ويساعدها فى ترميم نفسها عندما تتلف ولا غنى عنه فى تشكيل جسم قوى والحفاظ عليه، حيث تقوم أجسامنا بشكل طبيعى تحت تأثير ٣٠ تمرينا شديدا بإنتاج IGF-1 وتصبح عضلاتنا أكبر ونصبح أقوى لكن مع تقدم العمر يتوقف إنتاج IGF-1 من العضلات بنفس الكميات التى تجعل العضلات تظهر بالشكل الذى كانت عليه فى الصغر، فهى تضعف ولا ترمم نفسها بفاعلية كما كانت وتصبح أبطأ وأضعف وكما يقول Sweeney حتى وإذا تدربت تفقد السرعة وقد حدث هذا لمتسابق العدو والوثب الأمريكى المعروف كارل لويس Carle Lewis وغيره من الرياضيين مع تقدمهم فى السن، لكن ذلك لم يحدث لفأر التجارب نظرا لحقنه من سنتين، حيث إنه بالرغم من كبر سنه إلا أن عضلاته تستمر فى إنتاج IGF-1 ويقوم الفأر بدون جهد بتسلق سلم مع تحميله ١٢٠ جراما من الأثقال بما يقدر بضعف وزنه ٣ مرات فوق ظهره.

وبناء على ذلك ثبت إمكانية حقن الچين مرة واحدة فى حيوانات التجارب فنحصل على عضلات أكبر ولا تتأثر هذه العضلات بكبر السن. وتحتفظ بحجمها طوال حياة الحيوان، وبناءً عليه فإن Sweeney يتوقع إمكانية تطبيق ذلك فى المجال الرياضى ولا يستبعد هو وغيره من الخبراء أنه خلال ١-٥ سنوات سوف يشارك فى المنافسات الرياضية «أول رياضى مهندَسا وراثيا» وكما يقول ثيودور فريدمان THeodor Friedmann مدير برامج العلاج الچينى U. S. San Diego وعضو لجنة الأبحاث الطبية للوكالة العالمية المضادة للمنشطات Wada أن هذه العملية سوف تكون سهلة جدا فإذا ما سألت أى أخصائى فى البيولوچيا الجزيئية عن كيفية غرس الچينات لتغيير وظائف العضلة يمكنه خلال ٣٠ دقيقة أن يكتب ٣ - ٤ طرق لعمل ذلك، ونفس الشىء لو سألته عن كيفية تحسين نقل الأكسچين.أو تغيير الرياضى لكى يثب أعلى أو يعدو أسرع؟ أو يكون أطول أو أقوى؟

ويأمل Sweeney أن يجرى أول تجربة على الإنسان بعد موافقة America's Food and Drug Administration (FDA) ويقول Sweeney أن نجاح تنفيذ ذلك على الإنسان سوف يساهم فى علاج ضمور العضلات والمحافظة على قوة الإنسان، بالرغم من تقدم العمر وسوف تقل كسور عظم الفخذ لدى المسنين، نجد أنه كما يقول جارى وادلر Gary Wadler الأستاذ المساعد بكلية الطب بجامعة نيويورك ومستشار البيت الأبيض لإدارة السيطرة الوطنية على العقاقير أنه يمكن أن يساعد استخدام هذا العمل، فعند تحديد أى العضلات يجب أن تزيد قوتها للرمى، يتم عند

ذلك حقنها بچين IGF-1 فيكون هناك رام متميز ولا يمكن اكتشاف ذلك إلا من خلال سحب عينة من العضلة muscle biopsy.

چينات تحسين التحمل الهوائى

يتطلب التفوق فى أداء المسافات الطويلة درجة عالية من التحمل الهوائى وتحقيق مستوى عال من الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين، وهذا يتطلب كفاءة عالية من أجهزة توصيل الأكسچين للعضلات وهى الجهاز التنفسى والجهاز الدورى والدم، وكذلك درجة عالية من قدرة العضلة على استهلاك الأكسچين بما تحتويه من الشعيرات الدموية الميتوكوندريا والميوجلوبين والإنزيمات الهوائية، وقد حاول الأطباء استخدام منشطات مختلفة لزيادة التحمل الهوائى.

هرمون إيريثروبيوتين Erythropoitin (EPO)

اعتمدت اللجنة الأولمبية الدولية فى دورة سيدنى الأولمبية عام ٢٠٠٠ اختبارا للكشف عن هذا الهرمون من خلال الدم والبول، وهذا الهرمون يزيد من إنتاج خلايا الدم الحمراء حاملة الأكسچين ويساعد على تحسين الأداء للرياضيين فى أنشطة التحمل، غير أنه الأخطر من ذلك هو استخدام الچين الذى يجعل الجسم ينتج هذا الهرمون بنفسه. ويعمل العلماء حاليا للكشف عن أنواع يصعب اكتشافها وعند اكتمال ذلك من المتوقع أن يتم إيلاج چين واحد إلى عضلة الرجلين مثلا مما يجعل الجسم نفسه بمثابة مصنع لإنتاج EPO لعدة شهور دون إمكانية الكشف عنها.

وأيضا ثبت أن هناك أضرارا صحية لاستخدام EPO حيث يؤدى إلى تخثر الدم الذى أدى إلى وفاة ٢٢ متسابق دراجات.

چين ACE

وهو يسمى Human Angiotensin-1 Converting Enzyme Gene (ACE)، تؤكد نتائج Myerson et al. ١٩٩٩ وجود علاقة موجبة بين ACE ومستوى أداء متسابقى الجرى مسافات طويلة، حيث توجد علاقة ACE ونتائج الوظائف الفسيولوچية والباثولوچية للجهاز الدورى، وقد أثبتت دراسة Hagbery et al. ١٩٩٨ وجود علاقة بين ACE والحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين، وبناءً على دراسة Gayagay et al. ١٩٩٨ على ٦٤ من أعضاء المنتخب الوطنى الأسترالى وجد أن ACE يعتبر مؤشرا هاما لدى الرياضيين الممتازين نظرا لتأثيره الصحى على آليات وظيفة الجهاز الدورى.

سابعا: المواجهات الرسمية

ارتباطا بما أحدثته الثورة الچينية Genetic Revolution من ذلك الحشد من القضايا الأخلاقية والقانونية، فقد اجتمعت اللجنة الطبية التابعة للجنة الأولمبية الدولية فى يونية ٢٠٠١ لمناقشة موضوع العوامل الوراثية للرياضة. كما وضعت الوكالة العالمية المضادة للمنشطات The World Anti-Doping Agency (Wada) موضوع التعديل الچينى Genetic Modification ضمن جدول أعمالها فى اجتماعها فى منتصف سبتمبر ٢٠٠١ والذى لم يتم، وتلا ذلك العديد من المؤتمرات العلمية.

وقد ارتبطت القضايا الأخلاقية بالتركيز على قمة الرياضة فى المنافسة، وحتى يكون لهذه المنافسة قيمتها يجب أن تكون عادلة دون الشك فى نتائجها، ويجب التمييز بين ما هو عادل مثل حالات العلاج الچينى والترميم وما هو غير عادل مثل العلاج الچينى بهدف تحسين الأداء الرياضى

الذى علاوة على أنه يعتبر عملا غير أخلاقى فهو يمثل خطورة صحية للرياضيين خلافا للعديد من القضايا الأخرى التى يثيرها.

وفى مؤتمر لندن خلال شهر مارس ٢٠٠٢ تحت مسمى (الجينات فى الرياضة) Genes in Sport قيل أنه يجب علينا قبل أن تنتج القنبلة الذرية التالية أن نستوعب القضايا الأخلاقية والعلمية لهذا الموضوع.

القضايا الأخلاقية المرتبطة بالهندسة الوراثية فى الرياضة

ارتبطت المشكلات الأخلاقية بحقوق الإنسان والتى من بينها مثلا سرية المعلومات الوراثية عن الرياضى وما يمكن أن تسببه من مشكلات، وبناء على ذلك فإن ظروف الضبط الأخلاقى يجب أن تشمل التركيز على بعض الأخلاقيات التى تتلخص فيما يلى:

١- إن علاج الرياضى يعتبر فى حد ذاته وسيلة تنتهى بالعلاج ولا تمتد لتشمل نهاية الرياضى ذاته.

٢- لكل إنسان الحق فى أن يكون نمطا وراثيا فريدا بعيدا عن احتمالية الاستنساخ.

٣- ما زالت أساليب الهندسة الوراثية تحت التجريب، وبالتالى لها درجة من الخطورة على الإنسان الذى لا يجب أن يكون حقل تجارب لها، فقد فشلت ٢٧٧ تجربة قبل الوصول إلى استنساخ النعجة دوللى.

٤- يمكن أن تؤدى الهندسة الوراثية إلى حدوث تفرقة وتمييز يقلل من قيمة بعض أفراد المجتمع.

٥- يمكن أن تستغل الهندسة الوراثية تجاريا من خلال مؤسسات خاصة تخرج بها عن أهدافها العلاجية.

٦- يمكن أن يشعر بعض الأفراد بالتمييز والتفرقة من جانب بعض الهيئات، مثل شركات التأمين أو عند توظيف العاملين.

توصيات اللجنة الأولمبية الدولية

أعلنت اللجنة الأولمبية الدولية بعض التوصيات حول العلاج الجينى بناء على استطلاع رأى ستة خبراء عالميين وهى كما يلى:

١- الموافقة على استخدام العلاج الجينى لجميع الأفراد بما فيهم الرياضيون المشاركون فى الألعاب الأولمبية.

٢- تدرك اللجنة الأولمبية الدولية شرعية وتطور وتطبيق العلاج الجينى للوقاية وعلاج الأمراض.

٣- تحذر اللجنة الأولمبية الدولية بحزم من إساءة استخدام العلاج الجينى، وسوف تقوم من جانبها بإعداد أى وسائل تحليلية ضرورية بأسرع ما يمكن للتعرف على الرياضيين الذين يستخدمون العلاج الجينى بهدف تحسين الأداء الرياضى.

٤- تثق اللجنة الأولمبية الدولية فى مقدرتها على السيطرة على إساءة استخدام العلاج الجينى وتضع القواعد المقبولة لعمليات استخدام العلاج الجينى.

٥- تناشد اللجنة الأولمبية الدولية بنداء مقدس كل أطباء وعلماء الرياضة لمساندة موقفها من العلاج الجينى فى الرياضة.

التدريب فى المرتفعات

تتعرض الفرق المصرية والعربية إلى التدريب أو المنافسة فى مدن ترتفع عن سطح البحر، وبالطبع فإن هذا الموضوع نال اهتمام العالم منذ أن أقيمت الدورة الأولمبية بالمكسيك فى ١٩٦٨ والتى ترتفع عن سطح البحر ٢,٢٩٠ متر (١,٤ ميل) ويقصد بالمرتفعات هنا الارتفاعات التى تزيد عن ١٥٠٠ متر، حيث لا تكون هناك تأثيرات فسيولوچية مؤثرة للمرتفعات التى تقل عن ذلك .

وكما هو معروف، فإن الاستجابات الفسيولوچية التى تحدث عند مستوى سطح البحر عندما يكون الضغط الجوى ٧٦٠ مللى زئبق، وتحت تأثير قوة الجاذبية الأرضية العادية وحيث يكون الضغط الجزئى للأكسچين ١٥٩مللى زئبق. . هذه الاستجابات الفسيولوچية تختلف كثيرا كلما ارتفعنا عن سطح البحر، حيث يقل الضغط الجزئى للأكسچين فى الهواء الجوى، وبالتالى يصعب وصول الأكسچين للأنسجة وينتج عن ذلك حالة نقص الأكسچين بالجسم Hypoxia.

وترجع الاكتشافات الأولية التى عززت ويسرت فهم طبيعة نقص ضغط الأكسچين فى المرتفعات إلى ثلاثة من الرواد والعلماء الأوائل وهم :

توريكللى Toricelli الذى طور المقياس الزئبقى لقياس ضغوط الغازات فى عام ١٦٤٤م.

وباسكال Pascal الذى اكتشفت انخفاض الضغط الجوى فى المرتفعات عام ١٦٤٨م، ثم العالم لافوزير Lavoisier الذى وضع وصفا دقيقا للأكسچين والغازات التى تشكل الضغط الجوى فى عام ١٧٧٧م. وفى أواخر الثمانينيات أظهر برت Bert تأثير المرتفعات على الإنسان نتيجة انخفاض ضغط الأكسچين.

التغيرات البيئية والمناخية للمرتفعات

١- ينخفض الضغط الجوى فى المرتفعات، حيث يكون عند مستوى سطح البحر ٧٦٠ مللى زئبق، بينما فى قمة إفرست Mount Everest والتى تعتبر أعلى قمة فى العالم على ارتفاع ٨٨٤٨ مترا يبلغ الضغط الجوى ٢٥٠ مللى زئبق، وإذا كان الضغط الجزئى للأكسچين عند مستوى سطح البحر يبلغ حوالى ١٥٩ مللى زئبق فإنه يبلغ فوق قمة إفرست حوالى ٥٠ مللى زئبق، وهذا لا يمثل أى قوة لضغط الأكسچين تمكنه من اختراق الحويصلات الهوائية بالرئتين للوصول إلى الدم.

٢- تقل سرعة الجاذبية الأرضية عن ٠,٣ سم / ثانية عمل ١٠٠٠ متر رتفاع عن سطح البحر.

٣- تقل درجة الحرارة ٢ درجة مئوية كل ارتفاع ٣٠٠ متر عن سطح البحر حتى أنه كان من المعتقد فى القرون الماضية أن المشكلة ليست فى نقص ضغط الأكسچين وإنما فى انخفاض درجة الحرارة.

جدول (٦٣)

مراحل الأقلمة فى المرتفعات

التغيرات	المرحلة الأولى	المرحلة الثانية	المرحلة الثالثة
خصائص المرحلة	تغيرات سريعة حادة	انخفاض التغيرات الحادة	الأقلمة
المدة	٧-١٠ أيام بداية من ٣-٤ أيام.	٢ أسبوع.	المدة بداية من الأسبوع ٣
وصف عام	تغيرات حادة فى جميع وظائف الجسم.	اختفاء تدريجى للتغيرات الحادة - يقل التمثيل الغذائى ويعود إلى مستواه فى نهاية الأسبوع الثالث.	عودة إلى الوظائف الطبيعية.
التنفس	زيادة التهوية - صعوبة التنفس - زيادة استهلاك الأكسچين.	يقل معدل التنفس - تزيد التهوية الرئوية القصوى - استجابات أقل ١٠٪.	عودة إلى مستوى سطح البحر.
الجهاز الدورى	زيادة معدل القلب - ارتفاع ضغط الدم - تغيرات ECG.	اختفاء تدريجى - تحسن نشاط القلب الكهربائى - يظل الضغط مرتفعا.	عودة إلى الحالة الطبيعية.
الجهاز العصبى	نشاط سمبثاوى - اختلال التوافق - أرق - تعب - خمول - صداع.	اكتمال كما فى مستوى سطح البحر.	طبيعى.
التدريب أو المنافسة	أول ٢٤ ساعة منافسة أو بعد ٣ أسابيع يخفض التدريب إلى الثلث.	لا منافسة. تدريب ثلثى الحمل.	بداية الحجم الطبيعى للتدريب. منافسة بعد هذه الفترة.

جدول (٦٤ - أ)

ظواهر إيجابية وسلبية للأداء فى المرتفعات

ظواهر إيجابية	ظواهر سلبية
سجل بود بيامون Bod Beamon فى الوثب الطويل واستمر حوالى ربع قرن.	هزيمة جيم ريون Jim Ryun صاحب الرقم العالمى القياس فى سباق ١٥٠٠ متر جرى من المتسابق الكينى كيب كينو Kip Keno .
سجل رالف دوبل Ralph Dobell الرقم العالمى فى ٨٠٠ متر.	هزيمة رون كلارك Ron Clark صاحب الرقم العالمى فى ٥٠٠٠-١٠,٠٠٠ متر وجاء السادس بعد خمسة متسابقين يعيشون فى المرتفعات.

مصطلحات فى موضوع المرتفعات

التكيف Adaptation : تغيرات فى الوظيفة أو البناء استجابة لحالات التغير فى جزء من التأقلم.

التأقلم Acclimatization : عمليات التكيف المزمن لضغط بيئى معين.

الأقلمة Acclimation : عمليات التكيف المزمن لضغط بيئى معد صناعيا.

فسيولوجيا التأقلم

١- زيادة التهوية الرئوية.

٢- زيادة عدد كرات الدم البيضاء وتركيز الهيموجلوبين.

٣- التخلص من البيكربونات فى البول pH ٧,٤-٧,٣٨ تكون قريبة من المستويات الطبيعية.

تغيرات فى مستوى الأنسجة

١- زيادة الشعيرات الدموية فى العضلة والأنسجة.

٢- زيادة تركيز الميوجلوبين.

٣- زيادة كثافة الميتوكوندريا.

٤- تغيرات فى الإنزيمات لزيادة سعة الأكسدة.

مع من يفشل التكيف فى المرتفعات؟

* من يعانون من أعراض مرضية.
* ذوى المستويات الرياضية المنخفضة.
* عند استخدام التدريب الفسفورى (تدريبات مكثفة) بمجرد الوصول إلى المرتفعات.

تدريبات المرتفعات أفضل للأنشطة اللاهوائية

* الدورة الدموية ليست عاملا محددا لأداء التحمل.
* نقص إمداد العضلة بالأكسجين.
* التكيف للمرتفعات ليس شبيها بتأثير إعادة حقن الدم.
* نقص مقاومة الهواء.
* تغيرات التكيف الأساسية لها صفة الخصوصية.

* نقص الجاذبية الأرضية.

* تكيف أقل للأنشطة الهوائية.

* تكيف أفضل للأنشطة اللاهوائية.

انتقال تأثير المرتفعات إلى سطح البحر !!

* سرعة اختفاء التكيفات بعد العودة إلى سطح البحر.

* العينة قليلة.

* لا توجد مجموعات ضابطة فى كثير من الدراسات.

* مستوى الرياضيين إما منخفض أو فى بداية الموسم التدريبى.

* صعوبة إجراءات الضبط التجريبى.

* خصوصية التكيف ولأداء أفضل فى المرتفعات المشابهة.

المنافسات فى المرتفعات

١- لا يوجد دلائل علمية قوية على تحسن الأداء عند مستوى سطح البحر عند التدريب فى المرتفعات .

٢- الرياضى الذى يعيش ويتدرب فى المرتفعات لا يؤدى أفضل من الرياضى الذى يتدرب عند مستوى سطح البحر ثم يتأقلم للتدريب فى المرتفعات.

٣- الرياضى الذى يعيش ويتدرب فى المرتفعات لا يؤدى أفضل من الرياضى الذى يتدرب عند مستوى سطح البحر فى حالة المنافسة عند مستوى سطح البحر.

٤- الرياضى المدرب جيدا يتأقلم أسرع من غير المدرب بدرجة جيدة عند التدريب فى المرتفعات.

٥- يمكن أن يؤدى التدريب فى المرتفعات إلى تأثيرات سالبة على مستوى الأداء عند سطح البحر نتيجة نقص كتلة الجسم العضلية ونقص الحد الأقصى لمعدل وحجم الضربة والجفاف.

٦- الرياضى الذى يتدرب عند مستوى سطح البحر وينافس فى المرتفعات يجب أن يشارك فى المنافسة أول ٢٤ ساعة من وصوله إلى المرتفعات وقبل ظهور التغيرات الحادة، أو يصعد إلى المرتفعات قبل المنافسة بما لا يقل عن أسبوعين ويفضل ٤-٦ أسابيع.

خصائص التدريب فى المرتفعات

١- لا تقل فترة التدريب فى المرتفعات عن ٢-٢,٥ شهر.

٢- تتأثر الأقلمة بالفروق الفردية.

٣- تقليل حمل التدريب وعدم إقامة المنافسات خلال المرحلة الحادة والأقل من الحادة وتخفيض حمل التدريب ما بين ٦٠-٧٠٪.

٤- يحدد زمن مرحلة الأقلمة الحادة بعودة مؤشرات التنفس والدورة الدموية لمستوى سطح البحر، وزمن المحلة الأقل من الحادة بعودة مستوى استشفاء هذه المؤشرات بعد الحمل المقنن إلى مستوى سطح البحر.

٥- يظهر الإجهاد أسرع وأكثر حدة فى حالة استخدام التدريب الفسفورى فى البداية.

٦- استخدام نفس برامج التدريب عند مستوى سطح البحر قبل التدرج أول ٣-٤ أسابيع يؤدى إلى التعب المبكر.

٧- زيادة فترات الراحة البينية سواء للتكرارات أو للجرعات.

جدول (٦٤ - ب)

النسب المئوية لأنماط التأقلم للتدريب فى المرتفعات بين الرياضيين

المستوى الأقصى (٢٠٪)	المستوى اقل من الأقصى (٦٣,٥٪)	المستوى الضعيف (١٦,٥٪)
أفضل نمط قدرة عالية على التكيف.	ظهور التغيرات الحادة خلال المرحلة الأولى بدرجة أكبر.	تدهور الحالة الوظيفية - ظهور بعض حالات الأنيميا.
درجة قليلة من التغيرات الحادة خلال المرحلة الأولى.	اختلال التوافق - عدم التكيف بدرجة أكبر.	اختلال التوافق - حالة بدنية ضعيفة.
عدم ظهور اختلال التوافق.	اختلال وظائف الكرات الحمراء.	ظهور تغيرات وظيفية وصحية تتطلب تغيرات كبيرة فى التدريب.
حالة بدنية جيدة - تكتسب هذه الحالة بعد تكرار التدريب فى المرتفعات.	حالة بدنية مقبولة بشكل عام.	

نقل نسبة النمط الثانى والثالث مع استمرارية تكرار التدريب فى المرتفعات.

تتحسن حالة الرياضيين فى حالة انخفاض نسبة الهيموجلوبين والعكس للرياضيين فى حالة زيادة الهيموجلوبين نظرا للزوجة الدم.

صعوبة فى الأيام الأولى للرياضيين ذوى مخزون الحديد الأقل لقلة إنتاج الكرات الحمراء ويصاحب ذلك فقد الشهية ونقص الحديد وعدم كفايته فى الغذاء وصعوبة للجهاز الدورى.

جدول (٦٥)

التغذية فى المرتفعات

الأعراض	الوقاية والعلاج
نقص الوزن: فقد الشهية - القئ أحيانا - فقد الماء - زيادة التمثيل القاعدى - (٥ , ٧ كجم نقص وزن بعد صعود قمة إفرست).	زيادة السعرات الحرارية تبعا للطاقة المستهلكة - أغذية سهلة الهضم - قليلة الهضم.
نقص الجليكوجين : نقص الأكسچين - زيادة إنتاج الطاقة.	زيادة تناول الكربوهيدرات قبل وأثناء وبعد التدريب.
نقص الماء : زيادة التهوية الرئوية - سرعة العرق للجفاف.	تعويض الماء والمشروبات الرياضية.
نقص الدهون وبروتين الجسم: نقص مخزون الجليكوجين.	زيادة البروتين.
اختلال الحالة الصحية : ضعف المناعة - بعض الأمراض.	ڤيتامين C - ڤيتامين B- Complex - الفواكه والخضروات الطازجة.

التدريب فى الجو الحار

التوازن الحرارى والتدريب الرياضى

يتعرض الجسم الإنسانى بصفة دائمة لتغيرات البيئة الخارجية، بالإضافة إلى زيادة عمليات التبادل الحرارى وكمية الحرارة التى تتولد داخل الجسم نفسه، وبرغم ذلك فإن حرارة الجسم لا تتغير تبعا لذلك وتظل بصفة دائمة ثابتة نظرا لما لذلك من أهمية للعمليات الحيوية فى الجسم.

وتنقسم أجسام الكائنات الحية تبعا للتبادل الحرارى إلى ذوات الدم البارد وذوات الدم الدافئ، وفى الحالة الأولى تتغير درجة حرارة الجسم تبعا لتغيرات درجة حرارة البيئة المحيطة، أما فى النوع الثانى فإن درجة حرارة الجسم لا تتغير تبعا لتغيرات البيئة وتبقى ثابتة، وهذا النوع من الكائنات ذوات الدم الدافئ أقل نوعا وعددا فى العالم ومنها الثدييات والطيور، أما الكائنات ذوات الدم البارد فهى تشمل الأغلبية، تبدأ من الكائنات البسيطة حتى الزواحف، وتعتبر عملية تثبيت درجة الحرارة من العمليات البيولوچية الهامة لجسم الإنسان، فى بعض الظروف يمكن أن ترتفع أو تنخفض درجة حرارة الجسم نتيجة

تغيرات البيئة الخارجية وعدم كفاية منظمات الحرارة فى الجسم للدفاع عنه ضد هذه التغيرات.

درجة حرارة الجسم الخارجية والداخلية:

عادة يمكن ملاحظة منطقتين مختلفتين فى درجة حرارتهما، وهما درجة حرارة الجسم الخارجية ودرجة حرارة الجسم الداخلية، وعادة تكون درجة الحرارة الداخلية هى الدرجة الثابتة وتشمل درجة حرارة كل من المخ وأعضاء القفص الصدرى والتجويف البطنى والحوض، أما بالنسبة لأعضاء الجسم وأنسجته الخارجية (الجلد وأكبر جزء من العضلات الهيكلية والجهاز العظمى) فإن درجة حرارة هذه المناطق تعتبر درجة حرارة خارجية؛ ولذا فإنها تتأثر لدرجة ما بدرجة حرارة البيئة الخارجية حيث ترتفع إذا ارتفعت والعكس، وهذا الاختلاف يساعد على ثبات درجة حرارة البيئة الداخلية للجسم، حيث تقوم هذه الأعضاء بتوصيل حرارة الجسم الزائدة للخارج عندما تزيد الحرارة، وعندما تزيد البرودة فإن هذه الأعضاء تمنع فقد الحرارة.

وعندما نقول درجة حرارة الجسم فإن المقصود بذلك هو درجة الحرارة الداخلية، كما أن مختلف مناطق الجسم الخارجية تختلف درجة حرارتها، وهذا الفرق يرجع إلى عدم تساوى التمثيل الغذائى فى أعضاء الجسم المختلفة وكذلك مدى سريان الدم، وعادة ما يحمل الدم الحرارة من أعضاء الجسم الداخلية ليقوم بتوزيعها على أجزاء الجسم الخارجية، وأفضل مكان لقياس درجة حرارة الجسم هو منطقة القلب إلا أن ذلك يعد أمرا صعبا؛ ولذا فإن درجة الحرارة تقاس تحت الإبط أو من الشرج أو فى تجويف الفم.

وتتراوح درجة حرارة الجسم تحت الإبط من ٣٦-٣٧ درجة، وفى الشرج ٣٦,٢-٣٧,٦ درجة، ويلاحظ أن أقل درجة حرارة تلاحظ فى الليل وقبل النوم وأكبر درجة حرارة تلاحظ خلال النصف الثانى من اليوم.

درجة حرارة البيئة الخارجية

هناك حدود معينة لدرجة حرارة البيئة الخارجية يشعر الجسم فيها بعدم البرودة أو السخونة أثناء حالة الراحة، وفى هذه الحالة يصبح التمثيل الغذائى لإنتاج الطاقة فى أقل مستوى له وفى حالة تغير درجة حرارة البيئة زيادة أو نقصا عن هذه الدرجة يزيد التمثيل الغذائى لإنتاج الطاقة، ففى حالة زيادة البرودة يفقد الجسم طاقة حرارية لتعويض المفقود نتيجة البرودة، وفى حالة ارتفاع درجة حرارة البيئة أيضا يفقد الجسم طاقة تستهلك لتنشيط عمليات التوصيل الحرارى مثل زيادة عمل عضلات التنفس «نتيجة الملابس الثقيلة» زيادة نشاط القلب ليزيد من دفع كمية أكبر من الدم إلى الأوعية الدموية فى الأجزاء الخارجية للجسم وتنشيط الغدد العرقية مع زيادة سرعة التفاعلات الكيميائية بالجسم.

وتعتبر درجة الحرارة ١٩-٢٢ درجة هى الدرجة الملائمة للهواء عندما يكون الإنسان فى ملابسه المنزلية العادية، وتصبح هذه الدرجة ٢٨-٣١° فى حالة ما يكون الجسم بدون ملابس.

توليد الحرارة فى الجسم

يصاحب التمثيل الغذائى فى الجسم دائما إنتاج الحرارة، وتعتبر عمليات الأكسدة هى المصدر الأساسى لتعبئة الطاقة فى الجسم، بالإضافة إلى دور الجلوكوز، وعندما يتأثر الجسم بالبرودة يقوم

الجسم ببعض التفاعلات الفسيولوچية لتعويض ذلك وتوليد الحرارة، ويعتبر النشاط العضلى الإرادى من هذه التفاعلات الفسيولوچية، حيث يمكن أن يؤدى ذلك إلى مضاعفة إنتاج الطاقة عشر مرات أو أكثر، إلا أن جزءا من هذه الطاقة يستهلك لإنتاج الشغل الخارجى، هذا بالإضافة إلى أن أى حركة يقوم بها الجسم تزيد من سرعة فقد الحرارة من على سطح الجسم. كما أن الارتعاش من البرد يعتبر أكثر اقتصادا حيث تزيد الطاقة ٢-٤ مرات، إلا أن كل الطاقة المستهلكة تستهلك لتوليد الحرارة فقط، والعامل المؤثر الآخر هو إفراز هرمون الأدرينالين فى الدم حيث يؤثر هذا الهرمون على العضلات الهيكلية، وكذلك على الكبد والأنسجة الدهنية، ويؤدى إلى إعادة توزيع الطاقة المتولدة فى هذه الأعضاء خلال عمليات الأكسدة.

ويستطيع الإنسان المحافظة على ثبات درجة حرارة الجسم فى حدود ضيقة تحت الظروف العادية أثناء الراحة وفى حالة زيادة درجة حرارة البيئة الخارجية، وعند أداء النشاط البدنى العنيف لفترة طويلة، فمن المحتمل فقد القدرة على تنظيم درجة حرارة الجسم، وهنا يمكن أن تحدث الإصابة بأمراض الحرارة أو حتى قد تحدث الوفاة، فإذا تم تبريد جسم الإنسان إلى درجة ٣٥,٥ مئوية (٩٦° سنتجراد) تفقد الإنزيمات وخاصة فى خلايا المخ نشاطها، كما يختل التمثيل الغذائى على مستوى الخلية ويقل التنفس وقد يتوقف، وإذا تم تبريد الخلايا إلى درجة التجمد فإن ذلك يؤدى إلى تلف الأغشية الخلوية، ومن ناحية أخرى فإن زيادة درجة الحرارة ترفع من نشاط الإنزيمات بدرجة كبيرة عما تحتاجه الوظائف الخلوية وبصفة خاصة فى المخ مما يؤدى إلى خلل النشاط الخلوى وفى حالة زيادة درجة الحرارة عن ٤٢,٨° مئوية (١٠٩° فهرنهيت) فإن ذلك يؤدى إلى تكسير الإنزيمات وتبدأ الأنسجة تدريجيا فى الاحتراق، وبناء على ذلك فإن تنظيم درجة الحرارة يعد من الأمور الهامة فى مجال الفسيولوچى، وبصفة خاصة أثناء أداء النشاط البدنى لفترة طويلة، حيث تزيد درجة حرارة الجسم عن ٤٠,٦° مئوية (١٠٥° فهرنهيت).

الانتقال الحرارى

يتبادل الجسم بصفة دائمة الحرارة مع بيئته المحيطة، ويعتمد فقدان الجسم للحرارة أو الحصول عليها على أربع عمليات مختلفة للانتقال الحرارى هى الإشعاع والتوصيل وتيارات الحمل والبخر.

الإشعاع هو نقل الطاقة الحرارية فى شكل موجات إلكترومغناطيسية خلال الفراغ من جسم إلى آخر، وتشع كل الأجسام حرارة إلى غيرها فى بيئتها؛ ولذا فإن الإنسان يمكن أن يسخن بالإشعاع من أى جسم آخر مشع فى بيئته (مثل الشمس) والعكس فى حالة ما إذا ارتفعت درجة حرارة الجسم عن البيئة المحيطة كما يحدث فى الأيام الباردة، فإن الجسم يفقد حرارته بالإشعاع فى البيئة.

أما التوصيل فهو انتقال الحرارة من الأجسام الدافئة إلى الأجسام الباردة بالاتصال المباشر بين الأجسام.

أما انتقال الحرارة بواسطة تيارات الحمل فهو ما يحدث بين مسطح الجسم والهواء أو الماء فى حالة السباحة، فإذا كان الهواء المحيط بالجسم باردا فإن الاتصال يتم بين الجسم وطبقة الهواء

المحيطة به التى تنقل إلى الجسم أو تأخذ منه حرارته، وبذلك فإن الأكثر حرارة هو الذى ينقل حرارته إلى الآخر.

وتنتقل الحرارة بالبخر عن طريق تبخر السوائل من أعلى سطح الجسم ومع لتر من العرق يفقد الجسم حوالى ٥٨٠ سعرا حراريا، والبخر عملية هامة لتنظيم حرارة الجسم فى البيئة الحارة، حيث يكتسب الجسم الحرارة بواسطة الإشعاع والتوصيل وتيارات الحمل، وحيث إن البخر عبارة عن انتشار جزئيات الماء من الجلد إلى الهواء فلا يمكن أن يحدث البخر إذا كان الهواء محملا بالبخار كما فى حالة ارتفاع درجة الحرارة والرطوبة والتى تكون السبب فى معظم حالات حدوث الإصابة بأمراض الحرارة.

فسيولوجية التحكم فى الانتقال الحرارى

يتم تحكم الجسم فى الانتقال الحرارى بناء على عاملين:

أولا- يمكن للجسم تغيير درجة حرارة مسطحه بتغيير سريان الدم إلى الجلد، فإذا تفتحت الأوعية الدموية بالجلد فإن الدم الدافئ يأتى إليها من داخل الجسم، وبذا يسهل انتقال الحرارة من الجسم إلى البيئة الخارجية بإحدى الطرق الأربع، وفى حالة العكس وانغلاق هذه الأوعية الدموية يتم الاحتفاظ بدرجة حرارة الجسم.

ثانيا- ينظم الجسم حرارته عن طريق التحكم فى إخراج العرق، فعند زيادة إفراز العرق يفقد الجسم حرارة أكثر عن طريق البخر ويتحكم الهيبوثلامس فى إفراز العرق وسريان الدم إلى الجلد وهو حساس جدا لأى تغيرات حرارية فى الجلد أو الجسم، وفى حالة سخونة الجلد أو الدم يولد الهيبوثلامس إشارات عصبية تؤدى إلى اتساع الأوعية الدموية بالجلد، وبالتالى إفراز كمية أكبر من العرق، وفى حالة البرودة يحافظ الهيبوثلامس على انقباض الأوعية الدموية بالجلد ليقل العرق، وتعتبر المستقبلات الحسية الموجودة فى البشرة من أكثر المناطق حساسية للتغييرات الحرارية فى الجسم الموجودة فى البشرة من أكثر المناطق حساسية للتغييرات الحرارية فى الجسم؛ ولذا فإن تبريد الوجه فى الأيام الحارة يساعد على الشعور بالارتياح، كما أن لاعبى الجرى مسافات طويلة يميلون إلى وضع الماء فوق رؤوسهم أكثر من شربه.

التوازن الحرارى والتدريب الرياضى

يعتبر موضوع تأثير النشاط الرياضى على التوازن الحرارى من الموضوعات الهامة جدا فى مجال فسيولوجيا الرياضة، نظرا لخطورة اختلال التوازن الحرارى وزيادة درجة حرارة الجسم بدرجة يصعب التخلص منها فيؤدى ذلك إلى الوفاة، وقد ذكر فوكس وماتيوس ١٩٨١ Fox and Mathewes أن خلال السنوات الثلاث الأخيرة تعرض للوفاة نتيجة ضربة الحرارة Heat Stroke ١٢ لاعبا من لاعبى كرة القدم الأمريكية، ويرجع السبب فى حدوث ذلك إلى نقص المعلومات عن تأثير النشاط الرياضى على التوازن الحرارى؛ لذا فإن العاملين فى المجال الرياضى يجب أن يحاولوا الوصول بفرقهم الرياضية إلى أعلى المستويات وفى نفس الوقت حمايتهم من التعرض لأخطار أمراض الحرارة.

ومن المعروف أن إنتاج الحرارة أثناء الراحة يبلغ حوالى ٧٥ سعرا حراريا فى الساعة ويساعد النشاط الرياضى على مضاعفة إنتاج الحرارة حوالى ٢٠ مرة، وقد تبلغ حوالى ١٥٠٠ سعر حرارى فى الساعة عند أداء النشاط الرياضى لفترة طويلة، ومن الطبيعى أن كل هذه الحرارة الزائدة يقوم الجسم بالتخلص منها وإلا سوف ترتفع درجة حرارة الجسم إلى أكثر من٤٣ْ مئوية، والبعض من هذه الحرارة لا يفقده الجسم أثناء أداء النشاط الرياضى؛ ولذا يمكن أن يخزنه الجسم، وعادة فإن الجسم يقوم بوظائفه بفاعلية أكثر عند درجة حرارة ٣٩ْ مئوية أكثر من ٣٧ْ، وقد يرجع ذلك إلى أن نشاط الإنزيمات يتم فى درجات الحرارة العالية.

تنظيم درجة حرارة الجسم فى الجو البارد الجاف

يقوم الجسم باستمرار زيادة سريان الدم وإفراز العرق للتخلص من الحرارة الزائدة أثناء النشاط الرياضى فى حالة الجو البارد الجاف عندما تكون درجة حرارة الجو ٢١,١ْ مئوية ونسبة الرطوبة ٥٠٪ وأثناء الحركة يستجيب الهيبوثلامس ليس فقط لدرجة حرارة الدم الدافئ ولكن أيضا لانعكاسات العضلات والمفاصل، ويدل على ذلك ظهور العرق بعد بضعة ثوان من بداية الحركة وقبل أى زيادة فى درجة حرارة الدم، وبالطبع فإن زيادة إفراز العرق تفقد قيمتها فى حالة عدم القدرة على البخر نتيجة زيادة الرطوبة أو بسبب ارتداء الشخص نوعا من الملابس التى لا تسمح للعرق بالبخر مثل البدل البلاستيك أو المطاط؛ ولذا فإن استخدام مثل هذه الملابس أثناء النشاط الرياضى من الخطورة إذا ما ارتفعت درجة حرارة الجسم عن المستويات العادية.

وفى بعض الأشخاص لا يتم لديهم توجيه الدم إلى الأوعية الدموية بالجلد ما دام أن البخر ساعد على المحافظة على درجة حرارة الجسم فى مستوى ٣٩ْ مئوية، وفى الحقيقة فإن بعض كميات الدم الموجودة فى أوعية الجلد تتجه إلى العضلات العاملة أثناء النشاط الرياضى، وعموما فإن حوالى ٧٠٪ من الحرارة يفقدها الجسم عن طريق البخر فى حالة الجو البارد الجاف، بينما ١٥٪ من هذه الحرارة يفقدها الجسم عن طريق تيارات الحمل نظرا للتأثير البارد نتيجة للبخر على الجلد، وعموما فإن درجة حرارة الجلد تنقص أثناء أداء النشاط الرياضى فيما عدا حالة الجو الحار الرطب.

التدريب الرياضى فى الجو البارد

يستطيع الجسم المحافظة على درجة حرارته فى حالة البرودة تحت الصفر نظرا لزيادة حرارته ٢٠ مرة ضعفها أثناء أداء النشاط الرياضى العنيف، وهذا يفسر عدم برودة لاعبى الانزلاق على الجليد فى الأيام الباردة رغم ارتدائهم لملابس خفيفة.

التدريب الرياضى فى حالة الجو الحار والرطوبة

يؤدى الجو الحار والرطوبة حتى فى حالة الراحة إلى اختلال قدرة الجسم على المحافظة على درجة حرارة البيئة الداخلية للجسم للأنسجة والخلايا، وتؤدى تدريبات التحمل إلى زيادة سرعة ظهور هذه التأثيرات المؤلمة لزيادة الحرارة، وليس ذلك نتيجة لما تنتجه العضلات من حرارة أثناء عملها بالإضافة إلى حرارة الجسم ولكن أيضا للتغيرات التى تحدث أثناء عملها بالإضافة إلى حرارة الجسم ولكن أيضا للتغيرات التى تحدث فى الدورة الدموية التى تصاحب التدريبات العنيفة مما

يؤدى إلى نقص قدرة الجسم على التخلص من الحرارة الزائدة. وهناك بعض اللاعبين لا تعتبر زيادة الحرارة معوقا لهم، ومن هؤلاء لاعبو العدو ١٠٠ متر لمرة واحدة ورفع الجلة أو رفع الأثقال لمرة واحدة، إلا أن تكرار هذه الأنشطة الرياضية عدة مرات أثناء جرعة التدريب فى الجو الحار وزيادة الرطوبة يمكن بسهولة أن يؤدى إلى فشل الجسم فى تنظيم درجة الحرارة، وبصفة عامة فإن رياضة كرة القدم تختص بزيادة التأثيرات الحرارية وخاصة فى الفترة المبكرة من الموسم، ويرجع ذلك التأثير أيضا نتيجة للملابس الثقيلة التى يرتديها اللاعبون لمنع الإصابات، ومثال على ذلك البنداج (رباط مطاطى) والأربطة حول المفاصل حيث تؤدى مثل هذه الأشياء إلى إعاقة الجسم فى فقد الحرارة.

وتلعب الدافعية من الوجهة النفسية دورا كبيرا فى تحمل الحرارة، حيث ينخفض مستوى الأداء لدى بعض الأشخاص نتيجة عدم تحملهم النفسى لارتفاع درجة الحرارة. وعموما فإن تأثير درجة الحرارة العالية على الأداء يأتى نتيجة لنقص سريان الدم إلى العضلات العاملة واتجاهه إلى الجلد وتقل كفاءة عمل القلب فى ضخ الدم إلى العضلات نتيجة سريانه فى الأوعية الدموية بالجلد، وبالتالى يقل حجم الدم الوارد إلى العضلات مما يؤدى إلى سرعة التعب، بالإضافة إلى ما يسببه ارتفاع درجة الحرارة من الشعور بعدم الارتياح، ويقل تأثير الحرارة المرتفعة والرطوبة على الأنشطة الرياضية إذا قل زمن الأداء عن ١٥ دقيقة.

وتقل درجة تحمل الإناث للأداء فى الجو الحار عنها فى الذكور، وقد يرجع ذلك إلى تأثير الهرمونات الجنسية لديهن على تقليل إفراز العرق، ويعانى أيضا الأشخاص المصابون بالسمنة أكثر من النحاف من الأداء الرياضى فى الجو الحار.

ويتعرض الجسم خلال التدريب البدنى فى الجو الحار لبعض التغيرات الفسيولوجية، منها ما هو يرتبط باستهلاك الأكسجين وكفاءة الجهاز الدورى وسوائل الجسم وفقد الوزن.

يقل الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين حوالى ٣-٨٪ بعد أداء النشاط الرياضى لفترة طويلة أكثر من ساعة فى الجو الحار، بينما يمكن ألا يقل أقصى استهلاك للأكسجين عند أداء الأنشطة البدنية قصيرة الزمن كما يمكن أيضا حدوث ذلك إذا تعرض الشخص إلى درجة حرارة مرتفعة ورطوبة لفترة زمنية قبل بدء اختبار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين أو حتى إذا ما قام الشخص بأداء حمل بدنى أقل من الأقصى قبل الاختبار، وقد يرجع انخفاض الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين نتيجة لتغير سريان الدم من العضلات العاملة إلى الجلد، كما يمكن أيضا إرجاع نقص الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين إلى نقص حجم الدم الذى يدفعه القلب فى كل ضربة من ضرباته.

وظائف الجهاز الدورى ودرجة الحرارة

يزيد الدفع القلبى فى كل من حالتى النشاط البدنى لفترة قصيرة (أقل من ١٥ دقيقة) ولفترة طويلة للنشاط البدنى المتوسط الشدة فى الحرارة، وبصفة عامة يزيد حجم الدفع القلبى عند النشاط البدنى فى الجو الحار عنه فى الجو البارد، كما أن هذه الزيادة فى الدفع القلبى ترتبط بسرعة القلب نظرا لنقص حجم الضربة فى الجو الحار.

ويوجه الدم المدفوع الزائد إلى الجلد للمساعدة على التخلص من الحرارة الزائدة. ولا يلاحظ فرق فى ضغط الدم نتيجة لاختلاف الحرارة أو البرودة، حيث إن تمدد الأوعية الدموية فى الجلد (الذى قد يؤدى إلى انخفاض ضغط الدم) يقابله انقباض الأوعية فى الكبد والكلى والعضلات غير العاملة. ويمكن أن يبقى حجم الدفع القلبى على مستواه عند التدريب فى الجو الحار باستخدام أحمال بدنية مرتفعة الشدة، ولكن ذلك إذا كان الأداء لفترة قصيرة من الزمن ولمرة واحدة، أما إذا استمر زمن الأداء أو التكرار لمدة طويلة فينخفض حجم الدفع القلبى، وفى بداية مثل هذه الأنشطة يمكن الاحتفاظ بحجم الدفع القلبى حتى فى حالة نقص حجم الضربة، وتزيد سرعة القلب لتعويض ذلك، وعندما تصل سرعة القلب إلى الحد الأقصى فإن الدفع القلبى والحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين ينخفض تبعا لانخفاض حجم الضربة، ونتيجة لانخفاض حجم الدفع القلبى واتساع الأوعية الدموية بالجلد ينخفض أيضا ضغط الدم وقد يصل فى بعض الأحيان إلى أكثر من ٤٠ مم زئبق، ونتيجة لذلك تحدث الخطورة الناتجة عن الإجهاد الحرارى.

سوائل الجسم ودرجة الحرارة

يمكن أن يفقد الشخص عند التدريب لفترة طويلة فى الجو الحار أكثر من ٢ لتر من سوائل الجسم (العرق) كل ساعة، ويفقد الإنسان حوالى ٧-٨٪ من وزن الجسم فى سباقات التحمل مثل سباق المارثون.

يحتوى الجسم على حوالى ٤٠ لترا من السائل بما فيها سائل ما بين الخلايا والسائل داخل الخلايا ويشكل الدم حوالى ٥ لترات من سوائل الجسم (٣ لترات بلازما و٢ لتر خلايا الدم)؛ ولذا فإنه تبعا لذلك يلاحظ انخفاض فى حجم الدم والدفع القلبى وضغط الدم، ولحسن الحظ فإن فى حالات الجفاف الشديدة (أكثر من ٢,٥ لتر من الماء المفقود) فإن معظم السائل المفقود مع العرق يأتى من داخل خلايا الجسم مع نسبة لا تتعدى ٢٠٪ من البلازما وهى أقل عادة من ٦٠٠ ملليلتر يفقدهم حجم البلازما فى حالة مثل هذه التدريبات، وعموما فإن هناك نتائج متناقضة حول أثر التدريبات فى الجو الحار على حجم البلازما، حيث تدل على بعض هذه النتائج على عدم تغيير حجم البلازما حتى فى حالة فقدان ٢,٥ لتر من الماء، بينما تدل بعض النتائج الأخرى على نقص نسبى فى حجم البلازما يزيد لدى الإناث عنه فى الذكور، ويؤدى نقص حجم البلازما هذا إلى نقص حجم الضربة والدفع القلبى وانخفاض ضغط الدم، وبالتالى إعاقة إمداد كمية أكبر من الدم إلى الجلد بهدف التبريد.

ويصاحب فقد سوائل الجسم أثناء التدريب ارتفاع جزئى فى درجة الحرارة؛ لأن فى بعض الأحيان منع العرق حدوث حالة الجفاف (فقد ٢-٣ لتر من الماء)؛ لذا من الأهمية إعادة إمداد الجسم بالماء لتعويض المفقود ولمساعدة الجسم على إفراز العرق مما يساعد فى الحفاظ على درجة حرارة الجسم منخفضة.

ويعنى هذا أن الجسم يقوم بتعويض ما فقده من الماء خلال يوم أو يومين؛ لذا يجب أن يتناول اللاعب الماء قبل شعوره بالحاجة إليه لكى يؤخر

حدوث الجفاف بقدر ما يستطيع، ويمكن تجنب الكثير من مشاكل الحرارة إذا ما تعود لاعبو كرة القدم والجرى أن يتناولوا قدرا من الماء قبل الاشتراك فى المباراة وكوبا من الماء كل ١٠-١٥ دقيقة فى حالة الجو الحار والرطوبة، ويمكن استخدام الميزان لوزن اللاعب قبل وبعد التدريب للتأكد من عملية تعويض العرق المفقود أثناء فترة التدريب.

ويمكن أن يفقد اللاعبون فى بداية الموسم بعض أملاح كلوريد الصوديوم مع العرق فإذا لم يتم تعويض ذلك بزيادة ملح الطعام، إن هذا الفقدان فى الملح قد يسبب تقلصات عضلية نتيجة اختلاف توزيع تركيز الصوديوم والبوتاسيوم والكلوريد على جانبى غشاء الليفة العضلية، وهناك أيضا سببا آخر يرجع إلى بقاء طبقة من الملح فوق الجلد نتيجة لتبخر العرق، وهذا الملح المتبقى فوق الجلد يزيد من تركيز الملح فى العرق مما يزيد صعوبة تبخر العرق، كما أن زيادة التدريب فى الجو الحار تؤدى إلى نقص الماء فى الجسم، وبالتالى يزيد تركيز الأملاح فى سوائل الجسم؛ لذا فإن تناول الأملاح قبل أو بعد النشاط الرياضى لا يعد عاملا مساعدا وينصح الباحثون أن يتناول اللاعب فى حدود ٢-٤ ملعقة شاى صغيرة من الملح يضاف إلى طعامهم اليومى، وغير مستحب زيادة الأملاح خلال النشاط البدنى لفترة طويلة فقد يكون ذلك أضر من عدم تناول الملح إطلاقا، حيث يؤدى الملح الزائد إلى زيادة حالة الجفاف ويجعل اللاعب فى حالة غير مريحة نتيجة امتلاء المعدة بالسائل. ويجب الإشارة إلى أن زيادة تناول الماء لا تؤدى إلى السمنة نظرا لأن الماء لا يحتوى على سعرات حرارية، وكذلك فإن نقص الماء لا يؤدى إلى إنقاص السمنة، حيث يلجأ البعض إلى أداء الأنشطة البدنية وهم يرتدون الملابس المانعة لتبخر العرق فتزيد الحرارة مما يؤدى إلى فقد كمية كبيرة من ماء الجسم، ومثل هذه الحالات تعرض أصحابها لخطورة إصابات الحرارة والجفاف، ويلجأ لمثل ذلك لاعبو المصارعة لتخفيض أوزانهم حتى يمكنهم التنافس فى مستوى أوزانهم مما يضطرهم إلى فقد السوائل خلال ساعات أو بضعة أيام قليلة قبل الميزان، وهذا له تأثيره المزدوج على صحة ومستوى أداء المصارعة حيث تقل قدرته على التحمل مع مراعاة ألا يتناول المصارع كمية من الغذاء أقل مما يحتاجه أثناء التدريب مع عدم اللجوء إلى إنقاص الوزن عن طريق البدل المطاط أو البلاستيك أو السونا أو العقاقير المسببة لفقدان الماء عن طريق زيادة التبول.

قياس التأثير الحرارى على الجسم

لا يكفى القياس الواحد لدرجة حرارة البيئة لتقييم التأثير الحرارى على الجسم، حيث إن ارتفاع درجة حرارة الجو وحدها لا تعتبر المؤشر الوحيد الذى يعطى الصورة الصادقة نظرا لارتباط هذا التأثير أيضا بنسبة الرطوبة، حيث إنها تعوق عملية البخر وفقد الحرارة؛ ولذا فيتم استخدام ترمومتر من نوع خاص يمكنه قياس درجة حرارة الجو عن طريق انتقال الحرارة بواسطة الإشعاع وتيارات الحمل وما يفقد من حرارة نتيجة البخر، وبناء على ذلك فإن هذا الترمومتر يحمل اسما

خاصا وهو الترمومیتر ذو الكرة المبتلة Wet Globe Thermometer وهذا الترمومیتر یتكون من ترمومیتر له كرة من النحاس ومغطاة بنسیج أسود مبلل، وهذا یسمح له فی الهواء بقیاس درجة حرارة الإشعاع وتیارات الحمل وفی نفس الوقت تتأثر هذه الدرجة بعملیة البخر وكل ذلك له تأثیره علی ما هو داخل كرة النحاس، ویجب أن یرتدی اللاعبون ملابس خفیفة أثناء النشاط الریاضی لكی تسمح بسرعة التبخر وملاحظة ألا یستمر لاعبو كرة القدم فی الأداء إذا ارتفعت درجة الحرارة بالترمومیتر المبتل عن ١٠° مئویة، حیث حدثت الوفاة للاعبی الكرة فی الخارج عندما كانت درجة الحرارة ١١° مئویة مقاسة بالترمومیتر المبتل.

ویجب العنایة بلاعبی المارثون عند الجری فی الجو الحار، حیث إن أفضل درجة حرارة للترمومیتر الجاف هی ٤° مئویة، وفی حالة إقامة السباقات فی درجة حرارة ١٨° مئویة مع نسبة رطوبة أكثر من ٥٠° مئویة فإنه لن یكمل السباق كثیر من اللاعبین نتیجة التأثر الحراری؛ لذا یجب إقامة سباقات الجری مسافات قبل التاسعة صباحا أو بعد الرابعة مساء.

وحیث إن الترمومیتر المبتل لیس فی متناول الجمیع فیمكن مراعاة ذلك كما فی ذلك حیث یمكن إعطاء اللاعب فترة راحة وتناول الماء عندما تطول فترة الأداء البدنی مع توقف المباراة أو اللعب إذا ما وصل اللاعب إلی منطقة الإلغاء، حیث إن الاستمرار فی الأداء فی هذه المنطقة قد یؤدی إلی أمراض الحرارة أو الوفاة.

التكیف للأداء فی الجو الحار

یمكن للجسم أن یتكیف علی الأداء الریاضی فی الجو الحار بعد التدریب من ٤ إلی ١٤ یوما؛ ولذا یقل شعور اللاعب بالألم بالمقارنة بقبول عملیة التدریب والتكیف، ویرجع سبب ذلك إلی زیادة سرعة إفراز العرق وغزارته وزیادة اتساع الغدد العرقیة وزیادة سرعة التبخر، ویحدث التكیف للعرق بواسطة كل من تأثیر التدریب وتأثیر الحرارة، حیث یجعل التدریب الریاضی للغدد العرقیة أكثر حساسیة للإشارات العصبیة القادمة من المخ الذی یزید من سرعة إرسال الإشارات العصبیة، وتزید سرعة تبخر العرق لدی المدربین أكثر من غیرهم، ولا یتغیر استهلاك الأكسجین أو الدفع القلبی تبعا لهذا التكیف الحراری فی حالة أداء الحمل الأقل من الأقصی، إلا أنه یمكن ملاحظة انخفاض سرعة القلب مع انخفاض درجة حرارة الجلد لدی المدربین أكثر من غیر المدربین، ویدل ثبات حجم الدفع القلبی مع انخفاض سرعة القلب علی زیادة حجم الضربة، والسبب الأساسی فی حدوث ذلك ما زال غیر معروف، وهناك بعض الدلائل أیضا علی زیادة حجم البلازما ٥٪ نتیجة لزیادة التكیف مع التدریب فی الجو الحار.

لا یتأثر لاعبو الأنشطة السریعة للأنشطة أقل من ١٥ دقیقة، بینما یتأثر لاعبو الأنشطة الطویلة لقلة وصول الدم إلی العضلات،ویعتبر الأطفال والإناث أقل تحملا للحرارة.

جدول (٦٦)

إصابات التدريب فى الجو الحار

عن Howley and Franks 1992,

الإصابات	الأعراض	الإسعافات الأولية
الإغماء الحرارى Heat Syncope	صداع - غثيان.	تناول السوائل العادية.
التقلصات الحرارية Heat Cramps	تقلص العضلات وخاصة خلف الساق Calf muscle.	التقلص لعضلة واحدة. الضغط المباشر على العضلة ومطها ببطء ثم أداء تدليك خفيف. التقلص فى عدة عضلات. يعتبر خط الإصابة بضربة الحرارة ويعالج بنفس طريقة علاجها.
الإجهاد الحرارى	عرق غزير - برودة - عرق بارد- درجة حرارة عادية أو ترتفع قليلا- الشحوب - الدوار - الضعف زيادة معدل النبض - تنفس سطحى - غثيان - صداع - فقد الوعى.	نقل المصاب بعيدا عن الشحن إلى مكان جيد التهوية. وضع المصاب فى وضع السكتة بمعنى رفع القدمين ١٢-١٨ قدما المحافظة على عدم فقد أو اكتساب الحرارة . تدليك خفيف للأطراف.
ضربة الحرارة Heat Stroke	لا يوجد عرق بصفة عامة - جفاف الجلد - زيادة السخونة وصول درجة الحرارة إلى ٤١° مئوية - نبض قوى وسريع - نبض مجهد.	نقل المصاب إلى المستشفى بسرعة. نزع ملابس المصاب بقدر الإمكان. تبريد سريع بداية من الرأس والاستمرار إلى أسفل الجسم، ويستخدم لذلك أى وسيلة مثل المراوح أو أكياس الثلج. يغطى المصاب بملاءة مبللة تنقله.

دليل تناول السوائل للرياضيين عن ١٩٩٣ .Fox et al

مواصفات السائل

- قليل الملح Hypotonic.
- قليل السكر (أقل من ٢,٥ جرام لكل ١٠٠ مل للماء).
- البرودة (٤٥ - ٥٥ فهرنهيت أو ٨-١٣ مئوية).
- المذاق مستساغ يتم تناول جرعات تتراوح أحجامها من (١٠٠ مل إلى ٤٠٠ مل).

الكمية قبل المنافسة

تناول ٤٠٠-٦٠٠ مل من السائل قبل بدء المنافسة بساعة واحدة.

الكمية أثناء المنافسة

أثناء المنافسة تناول ١٠٠-٢٠٠ مل كل فترة ١٠-١٥ دقيقة.

نظام التغذية بعد المنافسة

بعد المنافسة يتم تناول طعام معتدل الملح وشراب يحتوى على ما يعوض الأملاح المفقودة (الصوديوم والبوتاسيوم) مع العرق.

تحديد الجفاف (نقص الماء)

يجب على الرياضى الاحتفاظ بسجل لوزن جسمه اليومى فى الصباح الباكر والذى يتم قياسه عقب الاستيقاظ، وبعد دخول دورة المياه وقبل الإفطار، وبذلك يمكن ملاحظة أى نقص فى الوزن غير طبيعى يعبر عن حدوث نقص الماء.

أهمية السوائل

- للسوائل أهمية كبيرة فى المنافسات التى تستمر لأكثر من ٥٠-٦٠ دقيقة.
- للسوائل أهمية خلال الجرعات التدريبية الطويلة فى حالة الظروف الدافئة على مستوى الفرد وكذلك الفريق الرياضى.

سوائل الجسم

* يفقد الجسم ٢ لتر عرق / ساعة.
* بعد سباق الماراثون يفقد الجسم ٧-٨ ٪ من وزنه ماء.
* يحتاج الرياضى فترة ١-٢ يوم لتعويض نقص الماء.

خطورة نقص الوزن على حساب الماء:

١٪ عطش - تغير الحرارة - بداية تأثر الأداء.

٢-٣٪ مزيد مما سبق.

٤٪ انخفاض مستوى الأداء بنسبة ٢٠-٣٠٪.

٥٪ شعور بالصداع والنرفزة والشعور بالتعب.

٦٪ شعور بالضعف وفقد حاد لتنظيم الحرارة.

٧٪ ضعف شديد وتوقف التدريب.

١٢,٩٪ تحدث الوفاة.

ويؤدى أداء النشاط البدنى إلى إعادة توزيع الدم ويقل تكوين البول لنقص الدم عن الكلى.

تقدم الغدد العرقية مؤقتا بتعويض عمل الكرى بخروج العرق لتلطيف درجة الجسم والتخلص من الحرارة الزائدة.

- يحافظ الجسم دائما على ثبات الحرارة.

- يحافظ الجسم دائما على ثبات السوائل.

توازن الماء

دخول : عن طريق الشرب والتمثيل الغذائى.

خروج : عن طريق العرق والتنفس والبول.

توازن الحرارة

اكتساب : تمثيل غذائى - بيئة محيطة.

فقد : تيارات حمل بخر - توصيل - إشعاع.

اختلال التوازن أثناء الرياضة

* طاقة زائدة وتمثيل غذائى وبيئة.

* زيادة خروج الماء عن طريق العرق والتنفس.

تنظيم الحرارة

تغير سريان الدم.

التحكم فى إخراج العرق.

يفقد الجسم ٧٠٪ من الحرارة عن طريق البخر.

كل لتر عرق = ٥٨٠ سعرا.

إنتاج الحرارة فى الجسم فى الراحة وفى الجهد

فى الراحة:

١,٢٥ - ١,٥٠ سعرا /ق فى الراحة تصل فى الجهد إلى ١٥ سعرا / ق.

حوالى ٧٥ سعرا فى الساعة تصل فى الجهد إلى ١٥٠٠ سعر / ساعة.

فى الجهد:

تتضاعف الطاقة ١٠-٢٠ مرة حوالى ٨٠٪ منها حرارة.

متسابقو الجرى ١٥٠٠ سعر / ساعة

تضيف الشمس ١٥٠ سعرا / ساعة.

إذا لم يتخلص الجسم من الحرارة الزائدة.

ترتفع درجة الحرارة درجة كل ٥-٨ دقائق.

- كثرة الأخطاء.
- إنهاك وتعب.
- إصابات الحرارة.
- الوفاة.

جدول (٦٧)

إصابات الحرارة

الإصابة	الأسباب	الأعراض والتشخيص	العلاج	الوقاية
التقلصات العضلية Heart Cramps	* عمل شديد في الحرارة. * عرق غزير لمدة طويلة. * عدم كفاية تناول الملح.	* انخفاض الصوديوم والكلوريد فى السيرم. * خلجات عضلية، تقلصات، Spasms فى الذراعين والرجلين والبطن. * عادة بعد الظهر.	* فى الحالات الحرجة الحقن بمحلول ملحى ٥٠٠ مل. * فى الحالات السهلة تناول محلول ملحى. * راحة فى مكان بارد. * تأخير الوجود فى الحرارة ٢٤ لمدة ٤٨ ساعة.	* التأكد من الأقلمة. * زيادة ملح الطعام. * تناول مشروبا به صوديوم.
الإجهاد الناتج عن نقص الماء	* عرق غزير لمدة طويلة. * عدم كفاية تناول الماء.	* نقص العرق مع نقص الوزن. * زيادة حرارة الجلد والجلد. * جفاف اللسان. * زيادة العطش. * تركيز البول.	* راحة فى الفراش. * تعويض السوائل ٦- ٨ لترات/ يوم. * تسجيل الوزن والحرارة.	* راحة كافية. * توفير ماء كاف.
الإجهاد الناتج عن نقص الأملاح	* عرق غزير لمدة طويلة. * عدم كفاية الأقلمة. * القيء	* الصداع والدوار والتعب. * انخفاض الصوديوم فى العرق والبول.	* راحة فى الفراش فى مكان بارد. * تعويض نقص الملح. * تسجيل الصوديوم فى الدم. * تسجيل الوزن والحرارة وتناول الماء والملح.	* توفير ملح ١٠- ١٥ جراما/ يوم مع مياه كافية.

تابع جدول (٦٧)

إصابات الحرارة

الإصابة	الأسباب	الأعراض والتشخيص	العلاج	الوقاية
ضربة الحرارة.	* فشل تنظيم الحرارة.	* جفاف الجلد - ارتفاع درجة حرارة الجلد والجسم - سرعة معدل التنفس والنبض .	* تفيض درجة حرارة الجسم إلى ٣٨,٩ خلال ساعة. * تبريد الجسم - ثلج ماء بارد- رشاشات. * المعالجة الطبية. * الأقلمة. * الفحص من إصابات الحرارة السابقة.	* الأقلمة. * الفحص من إصابات الحرارة السابقة.

التدريب الرياضى أثناء الصوم

تعتبر دراسة تأثير التدريب وممارسة الرياضة خلال الصيام من الموضوعات الحيوية الهامة، والتى تتعرض لها الدول الإسلامية، وتدور كثير من التساؤلات الهامة حول مدى إمكانية التدريب خلال الصيام ؟

وما هى التغيرات الفسيولوچية والكيميائية الحيوية التى تحدث فى الجسم أثناء الصيام ؟ وما هو تأثير التدريب على الصائم من الناحية الصحية وكذلك الفنية، وللأسف الشديد أن هناك ندوة فى المراجع والدراسات التى تناول هذا الموضوع، غير أن فى نوفمبر ١٩٩٨ دعا المركز العلمى الأولمبى التابع للجنة الأولمبية المصرية إلى ندوة علمية حول هذا الموضوع دعا إليها أساتذة وعلماء من شتى التخصصات، ولعل من أهم الأوراق المقدمة للندوة والتى يمكن أن نجد فيها كثيرا من الإجابات حول هذا الموضوع تلك الورقة التى قدمها الأستاذ الدكتور / عصام نور الدين أستاذ الكيمياء الحيوية بكلية الطب -جامعة الزقازيق، حيث يقول : فى مواصفات شهر رمضان الكريم أنه يتميز بظروفه الخاصة، حيث تصوم الأمة كلها تقريبا بدءا من فجر كل يوم حتى مغربه، وهى مدة تتراوح بين ١٢-١٦ ساعة يوميا حسب مجيء الشهر الكريم فى أى فصل وأى شهر من العام، وهنا تختلف درجة الحرارة والرطوبة من فترة لأخرى.

ويتميز صيام شهر رمضان المبارك بامتداد صيام نهاره وإفطار ليله حوالى ٣٠ يوما متعاقبة،

مما يتيح للأفراد التأقلم مع ظروف الصيام بعد أيام قليلة من بدء الصوم.

وتختلف التغيرات الحيوية التى تحدث للصائمين باختلاف موقع الشهر الكريم من فصول العام، فمثلا إذا جاء شهر رمضان فى شهر ديسمبر أو يناير كانت فترة الصوم حوالى ١٢ ساعة فقط وفى درجة حرارة لا تتجاوز ٢٥ درجة بالنهار ودرجة رطوبة عادية. أما فى أشهر الصيف فتطول فترة الصيام إلى حوالى ١٦ ساعة مع درجة حرارة عالية تتجاوز ٣٧ درجة نهارا وارتفاع فى نسبة الرطوبة أكثر من ٩٠٪ أحيانا.

وبالتأكيد تختلف تغذية الفرد واستعداده للصوم وبذل النشاط البدنى فى الحالة الأولى عن الحالة الثانية وكذلك عن الحالات الوسط بين الطرفين، وأيضا فى بداية شهر الصوم عن آخره.

ففى الحالة الأولى تطول فترة امتناع الفرد عن الطعام (١٢ ساعة) وهى أكثر من فترة الامتناع المعتادة بين الوجبات (من ٦-٨ ساعات) بحوالى من ٥٠٪ فقط، مع عدم الإحساس بالعطش أو فقد سوائل الجسم نظرا لعدم ارتفاع درجة حرارة الجو.

أما فى الحالة الثانية تطول فترة الحرمان من الطعام (حوالى ١٦ ساعة) إلى ضعف الفترة المعتادة (من ٦-٨ ساعات) مع فقد كثير من سوائل الجسم، ويعقب ذلك إحساس شديد بالعطش نظرا لارتفاع درجة الحرارة.

ولذلك عند ممارسة أى نوع من الرياضة أو التدريب أو الاستعداد لها خلال شهر الصيام يجب وضع ذلك فى الاعتبار ودراسة التغيرات الحيوية التى تحدث فى جسم الإنسان خلال تلك الفترة مع الأخذ فى الاعتبار العوامل السابقة التى أشرنا إليها.

التغيرات الحيوية التى تحدث أثناء الصيام

عندما يبدأ الفرد فى الصيام (صيام رمضان) ينقسم الصيام إلى مرحلتين: المرحلة الأولى وهى صيام حتى ١٢ ساعة، والمرحلة الثانية صيام أكثر من ١٢ ساعة والتغيرات الحيوية التى تحدث خلال هاتين المرحلتين مختلفة.

يذكر الدكتور عصام نور الدين (رئيس قسم الكيمياء الحيوية - كلية الطب- جامعة الزقازيق) أنه فى مرحلة يتوقف دور الجهاز الهضمى فيبدأ الكبد فى الحفاظ على مستوى السكر فى الدم ثابتا وفى نفس الوقت إعطاء الطاقة اللازمة للعمل فيقوم بتحويل جزء من الجليكوجين المخزون به إلى جلوكوز وإرساله إلى المخ لإعطاء الطاقة اللازمة للقيام بوظائفه الحيوية، وجزء آخر يرسل إلى العضلات ويتم تحويله إلى حمض البيورفك، ثم يدخل بعد ذلك فى دورة كربس للقيام بالوظائف الحيوية، وجزء آخر يرسل إلى كرات الدم الحمراء واحتراق الجلوكوز داخل العضلة وكرات الدم الحمراء ينتج عنه حمض اللاكتيك الذى يرجع للكبد مرة أخرى لتحويله إلى جلوكوز وبذلك يستطيع الكبد الاستفادة من $\frac{٢}{٥}$ اللاكتيك الناتج من العضلة وكرات الدم الحمراء و $\frac{٣}{٥}$ يخرج من البول.

ودور البنكرياس خلال مرحلة الصيام يختلف عن دوره خلال مرحلة الشبع، فهو يبدأ فى إفراز هرمون آخر وهو الجلوكاجون من خلايا ألفا ودوره أنه يحاول بقدر المستطاع أن يقلل من استهلاك الجلوكوز، وكذلك يلعب دورا آخر فى تحريك الدهون كمصدر للطاقة؛ لأن الجسم إذا زادت مدة الصيام أكثر من ذلك يبدأ فى تحريك مخزون الدهون داخل الأنسجة الدهنية.

لذا يتضح أنه إذا وجد الجليكوجين الكافى خلال ١٢ ساعة الأولى من الصيام سيحافظ على مستوى السكر فى الدم، وكذلك يتم إمداد العضلات وكرات الدم الحمراء بالجليكوجين الكافى.

لذا فعملية التحميل بالجليكوجين هامة جدا فى الحفاظ على مستوى السكر فى الدم ثابتا ولكنها تختلف من فرد إلى آخر.

الصيام أكثر من ١٢ ساعة من ١٢-١٨ ساعة

إذا طال الصيام أكثر من ١٢ ساعة يبدأ الكبد باستخدام المصادر الأخرى فى الحصول على الجليكوجين فيبدأ البنكرياس بإفراز هرمون الجلوكاجول من خلايا ألفا الذى له دور فى تحريك الدهون من الأنسجة الدهنية فيقوم فيحلل الثلاثى الجليسريدات إلى أحماض دهنية وجليسرول ثم يقوم الكبد بأخذ الجليسرول وتحويله إلى جلوكوز وذلك من خلال بعض الإنزيمات الموجودة داخل الكبد وبذلك استطاع الكبد الحصول على الجلوكوز من مصدر الدهون المختزنة.

كذلك البروتينات الموجودة فى الكبد يتم تحويلها إلى أحماض أمينية والجزء الكربونى منها الموجود داخل الأحماض الأمينية يقوم الكبد بتحويله إلى جلوكوز بجانب ذلك جزء من حمض اللاكتيك الناتج من العضلة وكرات الدم الحمراء، وبذلك أمكن للكبد الحصول على مصادر أخرى من الجلوكوز للحفاظ على مستوى السكر فى الدم ثابتا وكذلك لإعطاء المخ الجلوكوز اللازم لعمله.

ولكى لا يستنفد مستوى السكر الجلوكوز الناتج من هذه المصادر يقوم الكبد بتحويل الأحماض الدهنية الناتجة من تحلل الدهون إلى أجسام كيتونية والتى منها الأسيتون وبذلك يظهر مصدر آخر من الطاقة بخلاف الجلوكوز يساعد فى الإمداد بالطاقة.

لذا فإن صيام أكثر من ١٨ ساعة تبدأ الأجسام الكيتونية فى الظهور فى الدم وتقوم بعض الأنسجة فى حرقها حتى المخ قد يستخدم هذه الأجسام عندما تزداد نسبتها ويقل مستوى الجلوكوز بدرجة عالية.

وإذا استمر الصيام أكثر من يوم أو يومين. . نلاحظ هنا أن الكبد لكى يحافظ على مستوى السكر فى الدم يبدأ فى الوصول إلى مصادر أخرى فيأخذ البروتينات كعامل فى ذلك أولا: عن طريق الجسم الكربونى الناتج من تحلل البروتينات الموجودة فى الكبد ثم تحويلها إلى جلوكوز. . ثانيا: عن طريق البروتينات الموجودة فى العضلات وهى لا يلجأ إليها الكبد إلا عندما ينفد مخزون الدهون داخل الأنسجة الدهنية وذلك بعد ٤-٥ أيام من الجوع فلا يوجد مصدر للكبد إلا بروتين العضلات ولكن لا يستطيع الكبد أن ينهى على البروتينات؛ لأن الشخص قد يتوفى قبل ذلك؛ لأن نتيجة تحلل البروتينات ينتج عنها البولينا التى ترتفع مما تؤثر على حموضة الدم وتسبب الوفاة أى الشخص يتوفى قبل أن تستنفد البروتينات.

التغيرات الحيوية بعد الإفطار

بعد الإفطار يبدأ الكبد فى عمله الرئيسى وهو إرسال الجلوكوز إلى المخ وإلى الأنسجة الدهنية والعضلات وكرات الدم الحمراء، ويبدأ البنكرياس فى إفراز هرمون الأنسولين من خلايا بيتا للمحافظة على مستوى سكر الدم ثابتا.

والكبد هنا لا يقوم بتخزين الجلوكوز ولكن هدفه الأساسى هو إمداد المخ والعضلات بالجلوكوز الكافى للعمل والقيام بالوظائف الحيوية وذلك يتم خلال الثلاث ساعات الأولى بعد الإفطار، وبعد أربع ساعات يبدأ فى تخزين الجلوكوز الزائد على هيئة جليكوچين.

التغيرات الحيوية عند ممارسة الرياضة

عند أداء العمل العضلى جميع المصادر الموجودة فى الجسم تعمل على إعطاء الطاقة اللازمة للأداء، فالكبد يعطى الجلوكوز للعضلات ثم يتأكسد داخل العضلة وينتج حمض اللاكتيك وكذلك يتأكسد الجليكوجين الموجود داخل العضلة وينتج حمض اللاكتيك الذى يأخذ الكبد جزءا منه ويحوله إلى جلوكوز، وهذا ما يطلق عليها (دورة كورى).

وعند الاحتياج إلى طاقة أعلى يتم تكسير الدهون وتحول إلى أحماض دهنية ويأخذها الكبد ويحولها إلى أجسام كيتونية، وتستطيع العضلات أن تستخدم هذه الأجسام كطاقة أثناء العمل العضلى.

ماذا يحدث لجلوكوز الدم أثناء الصيام؟

يوضح الدكتور عصام نور الدين الإجابة على هذا السؤال فى خمس مراحل يمر بها مستوى سكر الجلوكوز قبل وأثناء وبعد الصيام كما يلى :

المرحلة الأولى:

وهى مرحلة الشبع قبل الصيام، ومصدر الجلوكوز فيها هو كربوهيدرات الطعام.

المرحلة الثانية:

بداية الصيام وفيها يضمن تحليل جليكوجين الكبد الاحتفاظ بمستوى السكر فى الدم وبعد نفاد جليكوجين الكبد، يبدأ الكبد تصنيع الجلوكوز من المواد غير الكربوهيدراتية أى من الحمض اللبنى والجلسرين والأحماض الأمينية.

المرحلة الثالثة:

ويصبح تصنيع الجلوكوز من المواد غير الكربوهيدراتية أى من الحمض اللبنى والجلسرين والأحماض الأمينية هو الأساس. ونصل لتلك الفترة بعد حوالى ٢٠ ساعة من الصيام أو فى تلك الحدود حسب تغذية الفرد قبل الصيام وكمية الجليكوجين المتوافرة فى الكبد قبل الصيام، ونوعية النشاط البدنى المبذول خلال فترة الصيام.

المرحلة الرابعة:

نصل لها بعد عدة أيام من الصيام، وفيها يقل الاعتماد على تكوين الجلوكوز من مصادر أخرى وتتجمع الأجسام الكيتونية لمستويات عالية وتستطيع الدخول للمخ لإمداده بالطاقة.

المرحلة الخامسة:

وتحدث بعد عدة أيام من صيام شخص بدين جدا، وتمتاز باعتماد ضئيل على تكوين الجلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية، ومصدر الطاقة فيها هو أكسدة الأحماض الدهنية أو الأجسام الكيتونية. ما دام مستوى الأجسام الكيتونية مرتفعا فإن تحلل الدهون سوف يكون محددا ويتم الاحتفاظ ببروتينات العضلات والإنزيمات، ويستمر هذا حتى ينفد كل مخزون الدهون نتيجة الصيام، وبعدها لا يملك الجسم سوى استخدام بروتينات العضلات، وقبل نفادها يكون الفرد قد توفى، أى «قبل أن تذهب، يذهب».

مهـنة التدريب تعـتبـر علما وفنا، حـيث أحيانا يقوم المدربون بعمل تدريبات مبتكرة ونابعة من داخلهم وبعد ذلـك يرون أنها تدريبات جـيدة وموجودة فى الكتب وهم لا يعلمون بوجودها.

وذلك يرجع إلى المدرب وعـقليتـه وقدرته على الابتكار وعلى استقبـال المعلومات وإخراجها بشكل جـيـد ومـبـتكر فى الملعب؛ لأن المجـال العملى يختلف عن المجال النظرى.

ويرى أحد علماء روسـيا أن صيام يوم فى الأسبـوع مفـيد جـدا، وأن صيـام ثلاثة أيام فى الشـهر مفـيد جـدا. وأن صيـام شهـر فى السنة كـذلك مـفـيد؛ لأن الإنسـان لابد أن يمـر على مرحلة الجوع وهذه حالة صحية.

وهناك رأى أمـريكى يقـول: إن الجـسـم يتـراكم فيـه مخـزونات كـثيـرة وأحسن طريقـة للتـخلص من هذه البقـايا هو الصيـام، حيث إن الصيام يعتـبر صحيا، ويجب التفـرقة بين الصيام لفترة والجوع الشديد، حـيث إن الصيام هو عبارة عن تنظيم تناول الطعام.

وهناك أنظمة كثيرة لإنتاج الطاقة، حيث إن كل نشاط من الأنشطة الرياضيـة يعتمد على نظام من هذه الأنظمة يختلف من نشاط لآخر.

فليس كل الأداء الرياضى مثلا يعـتمد على الجلوكـــوز أو الدهـون الجليكوچيـن؛ لأن هناك أنشطة رياضية تعتمد على الفوسفوكرياتين، وهذا هو النظام الفوسـفاتى الذى تعتمـد عليه الأنشطة الرياضية التى تقل قـدرتها عن (٣٠) ثانية وبشدة عاليـة، فهـذه الأنشطة لا تحتاج إلـى جلوكوز أو جليكوجين أكـثر من (ATP) المركب الكيمـيائى الغنى بالطاقة فهو يتكسر ويعاد تركيبه.

وتعتمـد أنشطة رفع الأثقال والعدو (١٠٠ متر) على (CP) أو الفوسفوكرياتين، حيث إن من المهم هو كـيف نسـتـخـدم هـذه الأنشطة ومـتى وكيف؟

وهناك بعض المشـاكـل التى تواجـه المدرب عند وضع برنامج تدريبى أثناء شهـر رمضان وهى كالتالى:

نقص الماء فى جسم الإنسان: وذلك عندما يتدرب فى جـو حار يحدث فـقد فى الماء؛ ولأن العرق عندما يتبخر يبرد جسم الإنسان، فإن هناك مـبدأ فـسيـولوچيا يقـول أن الجسم يحـافظ على سـوائله، حيـث إن الجسم لا يقـوم بعـمله على أكمل وجـه ما لم تكتمل السـوائل، ويظهر ذلك فى الأنشطة التى تحـتاج لتـخسـيس سريع أحـيانا لضـبط الوزن، كـالملاكـمـة فلا يـمكن أن تنتظم وظائف الجسم إلا إذا عوضت هذه السوائل. وفى الصيـام يمكن أن يتعـرض اللاعب إلى نقص فى الماء وهذه حالة خطرة لأنهـا تزيد من لزوجة الدم وتشكل عبئـا على القلب والجهاز الدورى وتؤدى إلى حدوث إصـابات الحرارة المخـتلفة. (صـدمة الحر، الإنهاك الحرارى..).

فإذا كـان الصيـام فى جـو حار فيـجب أن نراعى الحرارة وكيفية التغلب عليها، ولكى يعرف المدرب ذلك يقوم بوزن اللاعب فى بداية التدريب وفى نهايته، حيث يراعى أن النقص الذى يحدث هو نتـيـجـة فـقـد الـسـوائل؛ لأنه إذا قل وزنه كيلوجراما مثلا فمعنى ذلك أنه لم يعوض السوائل وقـد تحدث له إصـابات مثل تقلص العـضلة، أو الإجـهاد الحـرارى؛ لذا فـلا بد من مراعـاة ذلك جيدا.

لذا فإن التدريب فى الصالات المكيـفة يعتبر شيئا جيدا للمـحافظة على سوائل الجسم وخاصة فى الصيف.

التحميل بالكربوهيدرات: بمعنى التأكد من أن كميتها كافية فى الجسم وتساوى السعرات الحرارية التى يبذلها اللاعب؛ لأنه إذا أخذ سعرات حرارية غير كافية فسوف يحدث له نقص فى الجليكوجين ثم يحدث الإرهاق ومظاهر الحمل الزائد؛ ومن علاماته شعور اللاعب بوجود ثقل فى قدميه بالرغم من عدم شعوره بالتعب فى الجهاز التنفسى، وفى هذه الحالة يجب أن نعوضه بمواد غنية بالكربوهيدرات، وهناك مشروبات رياضية ذات تركيبة خاصة يشربها اللاعب قبل التدريب وأثناء التدريب وبعد التدريب، لو استفاد منها اللاعب أثناء فترة الإفطار أى من بعد المغرب إلى الفجر، وهى فترة كافية لتناول السوائل المفيدة وغير المحلاة بالسكريات وارتشافها بجرعات صغيرة ومتفاوتة.

لابد أن يتأكد المدرب من أن اللاعب قام بتعويض السوائل التى فقدها فى التدريب السابق ولابد أن يكون اللاعب مكتملا من جميع النواحى بحيث يبدأ التدريب وهو فى حالة جيدة كما أن التغذية تقوم بدور كبير فى التعويض. وحيث إن الإيقاع الحيوى يلعب دورا هاما حيث لابد أن يضبط اللاعب نظام حياته اليومية بعد التغير الذى يطرأ على اللاعب أثناء شهر رمضان من حيث مواعيد التغذية ومواعيد النوم فلابد من أن يتأقلم اللاعب مع هذه الظروف سريعا حتى يستفيد اللاعب من التدريب بصورة جيدة.

التمثيل الغذائى للدهون: حيث إن الدهون تعتبر مصدرا لإنتاج الطاقة وأنها لا تستخدم فى الأنشطة السريعة، حيث تستخدم فى العمل العضلى الأقل وفى السرعة تستهلك الجليكوجين فى غياب الأكسچين وفى العمل لمدة طويلة يستهلك جليكوجين وفى العمل الخفيف تستهلك الدهون. والدهون مصدر غذائى ولكنه بطىء جدا فى إنتاج الطاقة ويجب أن تكون من أصل نباتى (زيوت نباتية).

مواعيد التدريب تعتبر من المشاكل المهمة، حيث إن بعض المدربين يفضلوا التدريب قبل الإفطار والبعض الآخر بعد الإفطار وعندما يفضل المدربون التدريب قبل الإفطار فلابد ألا يقوموا بعمل تدريبات تحتاج لكمية كبيرة من الجليكوجين أو سكر جلوكوز؛ لأن الجلوكوز فى ذلك الوقت يكون كميته محدودة فى الجسم فلا بد من القيام بالعمل العضلى المنخفض الشدة، الذى يعتمد على الدهون، أما إذا كان هناك تدريب آخر فيكون بعد الإفطار بأربع ساعات.

فى تخطيط التدريب يجب ألا يكون حمل التدريب على مستوى واحد بل لابد أن يكون مبدأ التدرج فى الحمل هو السائد.

ويعتبر شهر رمضان فرصة للتدريب الجيد مع الاحتراس من فقد الماء عن طريق العرق الغزير، وإذا كان الجو حارا فيمكن أن يستخدم اللاعبون فوطا مبللة بالماء تساعد على تخفيف حرارة الجسم.

توصيات التدريب أثناء الصيام

يوصى الدكتور عصام نور الدين للتدريب أثناء الصيام بما يلى:

١- ممارسة الرياضة خلال شهر الصوم يعد مجهودا صعبا فسيولوجيا على اللاعبين، ويجب أن يتم وفق قواعد وظروف معينة مدروسة، كما يجب التوقف عن ممارسة الرياضة الشاقة عند ارتفاع درجة الحرارة أكثر من ٣٧ درجة مئوية وارتفاع نسبة الرطوبة،

حيث إن ذلك قد يعرض اللاعبين للإجهاد الحرارى والجفاف وتركيز سوائل الجسم.

٢- إذا كانت درجة الحرارة أقل من ٢٥ درجة مئوية والرطوبة معتدلة فإن ذلك يسهل ممارسة الرياضة مع الصيام.

٣- لابد من عمل تحميل للكربوهيدرات قبل بدء الصيام.

٤- يفضل اللعب خلال الـ ٦-٨ ساعات الأولى من الصيام، حتى يمكن استغلال جليكوجين الكبد والعضلات كمصدر للجلوكوز.

٥- فى حالة اللعب بعد ٨-١٠ ساعات يجب على اللاعبين عدم الإفراط فى بذل الجهد أثناء اللعب.

٦- فى حالة اللعب بعد ١٠-١٢ ساعة من بدء الصيام سيتم حرق كمية كبيرة من الأحماض الدهنية وارتفاع نسبة الأجسام الكيتونية فى الدم وزيادة حموضة الدم مما يؤثر على كفاءة أداء اللاعبين وتركيزهم.

٧- يجب تأخير السحور قدر المستطاع وبدء الصيام قرب الفجر مع تنظيم مواعيد النوم حتى يتمكن اللاعبون من نوم فترة متصلة كافية.

٨- التدريب يجب أن يكون فى نفس ميعاد المسابقة وبنفس الظروف.

فى حالة اللعب بعد الإفطار

يفضل أن يتم اللعب بعد ٤-٦ ساعات من الإفطار حتى يتمكن الجسم من استعادة استغلاله الجيد للجلوكوز، سواء للأكسدة المباشرة أو تكوين مخزون الجليكوجين فى الكبد.

وفى كل الحالات يجب الإكثار من شرب العصائر والسوائل، وكذلك مراعاة نموذجية الوجبة واشتمالها على جميع العناصر الغذائية وتوازن نسبة الكربوهيدرات والدهون والبروتينات.

ويوصى بالنسبة لتشكيل حمل التدريب أثناء الصيام بما يلى:

- تخفيف حمل التدريب فى الأسبوع الأول من خلال شهر رمضان ثم التدرج حتى يتأقلم اللاعب على التدريب خلال شهر رمضان.
- مراعاة استكمال وتعويض الجليكوجين بصفة مستمرة ولابد من وجود أخصائى تغذية.
- ملاحظة أعراض التدريب الزائد الناتج عن نقص الجليكوجين ومن أعراضه الإحساس بثقل فى القدمين.
- تعويض الماء المفقود أولا بأول مع متابعة الوزن.
- لابد من أن يعرف المدرب إصابات الحرارة ومن أعراضها الجفاف وتغير لون الوجه والصداع.
- لابد أن تكون ساعات النوم كافية حتى لا يحدث ما يعرف بالتدريب الزائد.
- يستحسن أن يكون التدريب فى الصالات المكيفة.
- لابد أن يكون بين الجرعة التدريبية والأخرى ست ساعات على الأقل.

مساعدات تحسين الأداء

Ergogenic Aids

تحسين وتطوير مستوى الأداء الرياضى ظل وما زال هدفا يسعى لتحقيقه كل من المدرب والرياضى على مدى التاريخ، وفى سبيل ذلك أمكن تحقيق تطور فى طرق التدريب وتقنياته والملابس والأدوات الرياضية والنظم الغذائية والوسائل الطبية، وقد وصل الأمر إلى استخدام العقاقير الممنوعة قانونيا، كل ذلك بهدف تحقيق الفوز وتحطيم الأرقام القياسية وتطورت الأرقام القياسية من سنة إلى أخرى وأصبح الفارق ضئيلا بين تحقيق النجاح والفشل لتقارب المستويات، وهذا زاد من الاندفاع نحو وسائل تحسين الأداء الرياضى. وأطلق على هذه الوسائل مصطلح «مساعدات تحسين الأداء» Ergogenic Aids ومن بين هذه المساعدات ما هو مسموح باستخدامه ومنها ما هو غير مسموح باستخدامه، كما أن منها ما لم تثبت الدراسات أى تأثير إيجابى له، ومنها ما يمكن أن يكون له تأثيرات سلبية على صحة الرياضى، وسوف نتناول فى هذا الفصل المساعدات المستخدمة فى المجال الرياضى وتأثيرات كل منها الإيجابية والسلبية وتأثيراتها المختلفة على الرياضى فى المدى القصير وعلى المدى الطويل.

مفهوم مساعدات تحسين الأداء

يعنى مصطلح Ergogenic «زيادة العمل» وحينما استخدم فى المجال الرياضى أطلق عليه مساعدات تحسين الأداء Ergogenic Aids ويمكن تعريفها بأنها:

«المواد أو المعالجات البدنية والميكانيكية والغذائية والنفسية والفارما كولوجية «العقاقير» التى مباشرة تحسن العوامل الفسيولوچية المصاحبة لأداء الجهد البدنى أو تزيل عوامل الكبح الذاتى والتى قد تحد من السعة الفسيولوچية».

وبعض ما يعتقد أن مساعدات تحسين الأداء على العكس تضر مستوى الأداء ولا يجب أن يطلق عليها مساعدات تحسين الأداء، ولكن يطلق عليها مصطلح آخر هو «العقاقير الضارة بالأداء» Ergolytic Drugs، وتشمل هذه العقاقير الضارة الكحول والمارجوانا والتدخين بأنواعه وبيتا بلوكرز Calcium Channel Blokers, B-Blokers ومدرات البول Diuretics، ويختلف استخدام هذه العقاقير تبعا لاختلاف متطلبات الرياضة التخصصية، فمثلا الرباعون يتناولون الهرمونات البنائية على أمل زيادة الكتلة العضلية والقوة، ومتسابقو جرى المسافات الطويلة يستخدمون التحميل بالكربوهيدرات، ويستخدم الرياضيون ذوو المشكلات الانفعالية والنفسية التنويم المغناطيسى.

ومعظم التأثيرات المستهدفة من العوامل المساعدة تعتبر فى أغلبها خرافة، حيث يحصل معظم الرياضيين على المعلومات عن المساعدات من خلال الصديق أو المدرب، وغالبا ما تكون هذه المعلومات غير دقيقة.

المنشطات

ليست المنشطات ظاهرة حديثة فى المجال الرياضى، فقد سعى الرياضيون الإغريق منذ القدم

فى استخـدام النباتات بهدف زيادة مـستوى الأداء الرياضى، وخاصـة نبات «الفطر»، وبدأت عـملية تعاطى العقاقـير المنشطة منذ عام ١٨٦٣ مع بداية الحركـة الأولمبية الحديثـة، وتنسب كلمة Doping إلى مـشروب كـحولى مـحلى منشط «Liquor» يتناوله الأفـارقـة African Kaffirs «الشـعـوب الناطقـة بلغـة بانتـو فى جنوب أفريـقيـا» واسم المشروب Dop.

ثورة العقاقير الطبية

Pharmacological Revolution

سـاهمت تطورات العـقاقـير الـطبيـة التى صـاحبت الحـرب العـالمية الـثانيـة فى الاهتمـام بالمنشطات، وخاصـة بالنسبة للإمـفيتـامين الذى استخدمه المقاتلون لتنشيط الذهن وتأخير التعب، وكـذلك إطلاق حـرية إجـراء التـجـارب على المنشطات التى كـان يتعاطاها مـعجـبو موسـيقى البوب Pop خلال الستينيات.

المنافسة بين علماء العقاقير الطبية والأطباء

انتشرت تقـارير استخدام المنشطـات بصفة خـاصة خـلال إقـامة الدورة الأولمبـيـة بطوكيـو ١٩٦٤، صدر أول تشريع لمواجـهة المنشطات فى الرياضة عام ١٩٦٣ فى فرنسا تلاه بعد مرر سنتين تشريع آخر من حكومة بلجيكا، وتكونت اللجنة الطبية الـتابعة للجنة الأولمبيـة الدولية عام ١٩٦٧ باعتبار أن من أهم مسئوليـتها مواجهة المنشطات. وقد بدأت اختـبارات تعاطى المنشطات فى الدورة الأولمبية بالمكسيك عـام ١٩٦٨، وخلال أكثر من ٢٨ سنة تجرى اختبارات عـشوائية للرياضيين ليس فـقط فى البطولات أو الدورات الأولمبـيـة ولكن أيضا فى البطولات المحلية والبطولات التى تقيمها الاتحادات الدولية.

أحداث وفاة مؤسفة

- ظهـرت حـالات الوفـاة فى الـرياضـة والإصابة بمرض السـرطان نتيجـة تناول العقاقـير المنشطة قبل إصدار التشريعات لمواجهة تعاطى هذه العقاقير.

- وفـاة لاعب الدراجـات الفـرنسى Kurt Enemar Jensen خلال الدورة الأولمبـيـة بروما فى صيف عام ١٩٦٠ نتيجة تعاطى الإمفيتامين وهنا أدى إلى بداية الحرب لمنع تناول العقاقير المنشطة.

- فى سنة ١٩٨٠ توفى مـسـتـر يونيفـرس للوزن الخـفيف للاتحاد الـدولى لكمال الأجـسام IFBB نتيجة أزمة قلبية يرجع سببها إلى استخدام مدرات البول Diuretics.

أنواع مساعدات الأداء:

تخـتلف أنواع مـساعـدات الأداء، حـيث تتعـدد أنواعها مـا بين العوامل الفـارموكولوجـية والهرمـونات والعوامـل الفسيـولوچية والـعوامل الغذائـية والعوامل النـفسيـة والعوامل الميكانيـكية وبيانها كما يلى.

جدول (٦٨)

التأثيرات المستهدفة لاستخدام مساعدات الأداء

(عن: Wilmore and Still, 1994)

التأثيرات المستهدفة	أنواع مساعدات الأداء
الألياف العضلية	الهرمونات البنائية ـ هرمونات النمو ـ البروتين.
القلب والدورة الدموية	الكحول - بيتا بلوكرز ـ الإمفيتامين ـ الكافيين الكوكايين والمارجوانا.
مهدئات الجهاز العصبى المركزى	الهرمونات البنائية ـ الإمفيتامين.
تأخير الإحساس بالتعب	الإمفيتامين ـ أملاح الأسبارتك ـ التحميل بالكربوهيدرات- التحميل بالفوسفات.
العوامل الخارجية الميكانيكية	الملابس لتقليل مقاومة الهواء أو الماء ـ الأسطح مثل المضمار- الأدوات جديدة التصميم ـ الأحذية.
الوقود للعضلات	الكربوهيدرات ـ الأحماض الدهنية الحرة ـ الفيتامينات والأملاح المعدنية .
زيادة الإمداد بالأكسجين	الإمداد بالدم ـ التحميل بالفوسفات ـ الأكسجين.
الاسترخاء وتقليل الضغط	الكحول ـ التحميل بالفوسفات ـ التنويم المغناطيسى التحكم فى الضغط.
إنقاص أو زيادة الوزن	مدرات البول ـ الهرمونات البنائية ـ هرمون النمو.

١- العقاقير الطبية

توجد العديد من العقاقير الطبية التى تستخدم كمساعدات للأداء، وقد أصدرت اللجنة الأولمبية الدولية قوائم لمنع استخدام بعض هذه العوامل، وهذه القوائم يتم تغييرها بصفة مستمرة لذلك يجب على الطبيب والمدرب والرياضى مراجعة هذه القوائم بصفة مستمرة.

وتشمل كلا من الكحول والإمفيتامين وبيتا بلوكرز والكافيين والكوكايين والمارجوانا والنيكوتين ومدرات البول، وسوف نتناول فيما يلى بعض هذه العوامل.

الكحول Alcohol

يستخدم بعض الرياضيين جرعات قليلة من الكحول قبل الأداء، ومن المعروف أنه بالرغم من أن الكحول يعتبر مصدرا للطاقة (٧ سعرات حرارية فى كل جرام) إلا أنه أيضا يتدخل فى التأثير على عمليات التمثيل الغذائى للمواد الغذائية الأخرى، ولكن الهدف من تناوله فى المجال الرياضى كما يعتقد هو زيادة الثقة بالنفس وتهدئة الأعصاب وتقليل القلق وتنشيط الذهن وتقليل الألم العضلى وارتعاش العضلة.

التأثيرات

يعتقد أن الكحول له تأثير إيجابى على المهارات النفس حركية Psychomotor Skills ولكن الدراسات العلمية أثبتت عدم تحسن هذه المهارات، وعلى العكس انخفض مستواها مثل رد الفعل البسيط والمركب وزمن الحركة والسرعة والتوافق الحس حركى ومعالجة المعلومات Information Processing كما لم يكن له تأثير على القوة والقدرة والسرعة والتحمل العضلى الموضعى والتحمل الدورى التنفسى.

الأخطار

يعتبر الكحول من المواد الضارة بمستوى الأداء كما يعتبر معوقا غذائيا، ومخدرا للجسم عن الإحساس بالألم الذى يعتبر مؤشرا لإمكانية حدوث الإصابة.

جدول (٦٩)

الكحول Alcohol

التأثيرات المستهدفة	نتائج الدراسات العلمية	خطورة الاستخدام
التأثيرات النفسية حيث يعتقد أنه :	- لم تظهر نتائج الدراسات تحسنا للوظائف النفس حركية Psychomotor.	١- يقلل إفراز هرمون ADH.
- يزيد الثقة بالنفس.	بل على العكس انخفاض مستواها.	٢- تصل كمية ADH أقل إلى الكلى فتخرج كمية ماء أقل مع البول.
- يهدئ الأعصاب.	لم يلاحظ أى تحسن للوظائف الفسيولوجية.	٣- زيادة خروج الماء تقلل حجم البلازما التى تؤدى إلى انخفاض ضغط الدم.
- يخفض القلق.		٤- زيادة خروج البول تؤدى إلى الجفاف Dehydration.
- يزيد النشاط العقلى.		
- يقلل الشعور بالألم العضلى. يستخدمه لاعبو الرماية.		

أ- بيتابلوكرز Beta Blockers

يقوم الجهاز العصبى السمبثاوى بتأثيره على وظائف الجسم من خلال Adrenergic Nerves والذى يستخدم النورابينفرين Norepinephrine كناقل عصبى Neurotransmitter حيث تنتقل الإشارات العصبية خلال هذه المنبهات العصبية لظهور النورابن فرين الذى يعبر المسافات بين الأعصاب Synapses ويتحد مع المستقبلات الأدرينالينية Adrenergic Receptors فى الخلايا المستخدمة وهذه المستقبلات.

تصنف بيتابلوكرز فى مجموعتين أحدهما ألفا Alpha والثانية بيتا Beta وتعتبر Beta Blockers - نوعا من العقاقير التى تغلق مستقبلات Beta.. وتمنع اتحاد الناقلات العصبية، وهذا يقلل التأثيرات المنبهة للجهاز العصبى السمبثاوى؛ لذلك فهى تستخدم عادة لعلاج مرضى ارتفاع ضغط الدم والذبحة الصدرية وبعض حالات عدم انتظام ضربات القلب، كما تستخدم للوقاية من الصداع والصداع النصفى وتقلل من القلق، كما يستخدم خلال المرحلة الأولى للشفاء من الأزمات القلبية Heart Attaks.

التأثيرات :

ترتبط الأنشطة الرياضية المميزة بالتوتر والقلق باستخدام هذا العقار مثل الرماية حينما يحتاج الرامى إلى الهدوء والسكينة.

ب- الإمفيتامين Amphetamine

انتشر استخدامه وخاصة بين لاعبى الدراجات من عام ١٩٤٠-، ١٩٥٠ وانتشر استخدامه بين لاعبى كرة القدم خلال الفترة ١٩٦٠-١٩٧٠.

يعتبر الإمفيتامين من منبهات الجهاز العصبى المركزى؛ حيث إن تأثيره يكون مركزا على الجهاز العصبى السمبثاوى، وقد استخدمه الجنود فى الحرب العالمية الثانية لمقاومة التعب وتحسين التحمل، وسرعان ما اتخذ الإمفيتامين طريقه إلى المجال الرياضى كعامل مساعد للأداء، ويستخدمه الرياضيون بهدف زيادة التركيز والنشاط الذهنى وتقليل التعب العقلى وزيادة الطاقة والدافعية وبذلك يساعد الرياضى على الجرى أسرع ويرمى أبعد ويثب أعلى، كما يؤخر الإحساس بالتعب أو الإجهاد، وقد اختلفت نتائج الدراسات العلمية حول تأثير الإمفيتامين، حيث أظهر البعض منها عدم حدوث تأثير، بينما أظهر البعض الآخر تأثيرا مساعدا على الأداء، بينما أظهرت مجموعة أخرى أنه له تأثير ضار على الأداء.

التأثيرات :

تفيد نتائج الدراسات إلى تحسن الأداء تحت تأثير تناول الإمفيتامين، حيث يزيد من قدرة الرياضى على التحمل والأداء لفترة أطول بدون ظهور التعب.

الأخطار :

يعتبر استخدام الإمفيتامين من أخطر العقاقير، حيث يكون الموت إحدى نتائج زيادة الجرعة، نتيجة زيادة معدل القلب وارتفاع ضغط الدم كما يزيد الضغط على الجهاز الدورى، كما يمكن أن يؤدى إلى عدم انتظام ضربات القلب، ونظرا لتأثير الإمفيتامين الذى يحجب إحساس الرياضى بالتعب، فقد يكون ذلك سببا فى استمرار الرياضى فى الأداء وتخطى الحدود الطبيعية إلى نقطة الفشل للدورة الدموية وهنا يحدث الموت، ويمكن أن يدمن الرياضى استخدامه، كما يسبب القلق والسلوك العدوانى وزيادة النرفزة والأرق.

جدول (٧٠)

الإمفيتامين Amphetamine

التأثير المستهدف	نتائج الدراسة	خطورة الاستخدام
الجانب النفسى :	- بعض الدراسات أثبتت عدم حدوث أى تأثير والبعض الآخر أثبت حدوث تأثير. الموت	الموت. نتيجة زيادة العبء على الجهاز الدورى.
١- زيادة التركيز والنشاط العقلى	- خبرة المستخدمين تشير إلى نقص الإحساس بالتعب زيادة ضغط الدم - معدل القلب- توزيع الدم على العضلات - زيادة سكر ودهون الدم - زيادة التوتر العضلى.	- تأخير التعب وتخطيه الحدود الفسيولوجية الآتية.
٢- تقليل التعب العقلى	أثبتت الدراسات الحديثة تأثيره على:	- يمكن أن يكون له تأثير سام.
٣- دافعية أكثر	السرعة - القدرة - التحمل - التركيز - التوافق الحركى.	- الإدمان
٤- حالة الشعور بالنشاط والخفة Euphoria		- السلوك العدوانى
التأثير على الأداء - جرى أسرع - رمى أبعد ووثب أعلى. - تأخير التعب		

ج-الكافيين Caffein

انتشر استخدامه بين لاعبى الجرى والدراجات، وقد حددت اللجنة الطبية التابعة لـ IOC نسبة تركيزه فى البول عام ١٩٨٤ بأن لا تزيد عن ١٥ ميكروجراما/ مللى ونقص هذا الحد إلى ١٢ ميكروجراما/ مللى فى أبريل ١٩٨٦.

د- مدرات البول Diuretics

استخدمت فى المجال الرياضى قبل عام ١٩٦٠ وصنفت فى القائمة الممنوعة فى أبريل ١٩٨٦، وأصبحت ممنوعة اعتبارا من الدورة الأولمبية لعام ١٩٨٨، ويستخدمها الرياضيون فى الأنشطة التى تحدد فيها المنافسات تبعا للوزن، فيقوم الرياضيون باستخدام هذه المدرات لإخراج كمية كبيرة من البول وبذلك يقل الوزن مؤقتا، غير أن ذلك يسبب الجفاف وانخفاض مستوى اللياقة البدنية وله خطورة على صحة وحياة الرياضى.

٢- الهرمونات

تشمل الهرمونات البنائية Anabolic Stroids وهرمون النمو Growth Hormoe وحبوب منع الحمل Oral Contraceptives.

الهرمونات البنائية Anabolic Stroids

عزل فى عام ١٩٣٠ واستخدم كعامل بنائى لدى المصابين بالجوع خلال الحرب العالمية الثانية ثم تطور إلى Anabolic Steroids المكون من التستوستيرون عام ١٩٥٠، نزل فى قائمة الممنوعات خلال الدورة الأولمبية بمونتريال فى صيف ١٩٧٦ على شكل Dianablol، ولم يكن التستوستيرون موجودا بالقائمة حتى الدورة الأولمبية ١٩٨٤.

استخدام الهرمونات البنائية لتنمية القوة

يستخدم الأطباء بعض عقاقير الهرمونات البنائية Anabolic Steroids والتى تفرزها غدة الخصية لدى الذكور فى شكل هرمون التستوستيرون Testosterone، لعلاج بعض أمراض وسرطان الثدى والأنيميا وأمراض الكلى، غير أن الجرعات المستخدمة تكون فى أقل مدى لها لخطورة تأثيراتها الجانبية، غير أن على الجانب الآخر يقوم بعض المدربين والأطباء وبعض الرياضيين بأسلوب غير أخلاقى باستخدام الهرمونات البنائية، وذلك بقصد زيادة الكتلة العضلية أما لتحقيق إنجازات رياضية كما تم فى حادثة العداء الكندى بن جنسون حينما سحبت منه الميدالية الذهبية فى الدورة الأولمبية نتيجة اكتشاف تناوله الهرمونات البنائية، وتصل الجرعات التى يتناولها الرياضيون فى هذه الحالة إلى كميات ضخمة جدا تبلغ من ٢٠-١٠٠ مرة ضعف الجرعات العلاجية التى تستخدم فى المجال الطبى، وهى بذلك إذا ما صاحبها تنفيذ برنامج فإنها تزيد من القوة والكتلة العضلية، غير أن أضرار استخدامها تفوق كثيرا فوائدها، وقد تكون المضاعفات لدى الإناث عكس ما لدى الذكور فى خطورتها وهى يمكن أن تؤدى إلى حدوث أكثر من سبعين تأثيرا جانبيا ضارا بعضها يمكن أن يكون قاتلا، وقد أشارت بعض الدراسات إلى حدوث تأثيرات عكسية لمن يستخدمون هذه الهرمونات ولكنهم بالرغم من ذلك يستمرون فى تعاطى هذه الهرمونات، ومن هذه الأضرار أنه بالرغم من تأثير هذه الهرمونات على زيادة القوة

والعضلات والأوتار والأربطة، إلا أن هذه التنمية لا تكون متناسبة أو متناسقة؛ لذلك فإن قوة الانقباض العضلى يمكن أن تكون سببا فى قطع الوتر أو الرباط، وإضافة إلى ذلك فإن الشفاء يتم بصورة بطيئة.

كما أن الهرمونات البنائية تزيد بناء حجم العضلة، وهذا الحجم الزائد يمكن أن ينمو حول العظام والمفاصل مما يسبب كسرها بسهولة، كما يمكن أن يؤدى تناول هذه الهرمونات إلى الموت من عدوى استخدام الحقن أو مرض السرطان وأمراض القلب، ويذكر Corbin and Lidsey ١٩٩٤ أن ٢٥٪ من الرياضيين لبعض الدول الذين شاركوا فى الدورة الأولمبية بموسكو ١٩٨٠ قد ماتوا نتيجة استخدام الهرمونات البنائية وكذلك حدث نفس الشىء للرياضيين المحترفين.

هرمون النمو Growth Hormone

يتعاطى بعض الرياضيين هرمون النمو المصنع Human Growth Hormone والذى تفرزه الغدة النخامية؛ نظرا لأن من الصعب اكتشافه عند اختبار البول للمتنافسين، ويعتقد أنه يزيد من كتلة العضلة ونمو العظام ويسرع من علاج الأوتار والغضاريف وهو أيضا يمكن أن يسبب أضرارا كثيرة مثل أمراض القلب والالتهابات واضطرابات الدورة الشهرية وزيادة العرق وتهلهل النسيج العضلى والأربطة وأضرار العظام ويقلل الرغبة الجنسية ويسبب «العنة».

حبوب منع الحمل

Human Chorionic Gonadotrophin (HCG)

ويستخدم بعض الرياضيين الذكور بعض المواد التى توجد فى بول المرأة الحامل وهى تقوم باستثارة إفراز هرمون التستوستيرون قبل المنافسة، وقد منعت اللجنة الأولمبية استخدامه، إلا أنه لا توجد وسيلة لاكتشافه.

وتبذل الجهود للكشف عن التأثيرات الجانبية الضارة للهرمونات البنائية أو اكتشافها بوساطة المسئولين. ويتناول بعض الرياضيين أو لاعبى كمال الأجسام مواد كيميائية وملحقات غذائية، مثل Boron, chromium Picolinat, Gama oryzanol and Cnantine إلا أن هذه المواد أيضا تعتبر خطرة؛ لأنها لم تختبر على الحيوانات أو الإنسان لدراسة تأثيراتها والمعلومات المعروفة عن البعض منها ما زالت قليلة، كما لم تؤكد الأبحاث العلمية فاعليتها وتأثيرها على الأداء.

جدول (٧١)

التأثيرات الجانبية الضارة لاستخدام الهرمونات البنائية على الرياضيين

عن : **Corbin and Lindsey, 1994**

النوع	الأضرار البدنية	الأضرار النفسية
ذكور / إناث	سرطان الكبد والخصية والبروستاتا	تغيرات كلية بالشخصية
ذكور / إناث	أمراض القلب/ أبحاث صدرية مبكرة	عدوانية ـ عنف ـ جرائم جنسية
ذكور/ إناث	ارتفاع ضغط الدم وزيادة خطورة السكتات	الإدمان النفسى والفسيولوجى
ذكور / إناث	الرشح من الأنف	اختلال النوم
ذكور / إناث	توقف نمو صفائح النمو للعظام الطويلة فى مرحلة ما قبل البلوغ	الاكتئاب
ذكور / إناث	تثبيط جهاز المناعة	تقلبات مزاجية كبيرة
ذكور / إناث	نقص الكوليسترول عالى الكثافة HDL	
ذكور / إناث	نقص القدرات الهوائية	
ذكور / إناث	تغيرات فى تحمل الجلوكوز	
ذكور / إناث	كثرة انتشار حب الشباب فى الوجه والصدر وأعلى الظهر والفخذية	
ذكور / إناث	جلد زيتى	
ذكور / إناث	إصابات العضلات والعظام	
	بطء علاج الإصابات	
	الحمى	
	تكرار الإصابات بالصداع	
	العقم	
	الموت	

ذكور	ضمور خلايا غدة الخصية	
ذكور	تضخم البروستاتا	
إناث	ضمور الرحم	
رجال	نقص عدد الحيوانات المنوية	
رجال	العنة	
رجال	ظاهرة الثدى الأنثوى	
إناث	نقص حجم الثدى	
إناث	عدم انتظام الدورة الشهرية	
إناث	غلاظة الصوت	
إناث	ظهور شعر أسود بالوجه	

٣- العوامل الفسيولوجية

إعادة الإمداد بالدم Blood Doping Erythropoietin الأكسجين، التسخين، ووسائل التدفئة المختلفة، وأملاح حامض الأسبارتك Aspartic Acid Salts والتحميل بالبيكربونات Bicarbonate Loading، والتحميل بالفوسفات Phosphate Loading.

٤- العوامل الغذائية

وتشمل المواد الغذائية الطبيعية، مثل الكربوهيدرات والبروتينات والدهون والفيتامينات والأملاح المعدنية والماء والمشروبات الخاصة.

٥- العوامل النفسية:

وتشمل كلا من التنويم المغناطيسى Hypnosis والتدريب العقلى والتحكم فى الضغط Stress Management.

٦- العوامل الميكانيكية:

وتشمل الملابس والأدوات، البيئة الأسطح والتركيبات، وتختلف هذه الأنواع تبعا لاختلاف الأنشطة الرياضية.

الكرياتين Creatine

انتشرت خلال الدورة الأولمبية ببرشلونة ١٩٩٢ إشاعة عن تناول كثير من الرياضيين البريطانيين الفائزين فى مسابقات ألعاب القوى، أمثال كرستى وجونيل لمادة جديدة وقانونية وهى الكرياتين، وشهد العامان الأخيران (١٩٩٥-١٩٩٦) اهتماما خاصا بالكرياتين من جهة الباحثين بهدف المزيد من البحث والدراسة، ومن جهة التسويق بهدف انتشار استخدامه بين الرياضيين، وبالرغم من ارتفاع سعر هذه المنتجات، إلا أن كثيرا من الرياضيين يستخدمها بحماس.

بناء على الدور الذى يلعبه الكرياتين فإن زيادة كرياتين العضلة قد يؤدى إلى تحسين الأداء الرياضى، وقد أصبحت هذه القضية هى شغل الدراسات العلمية لأكثر من السنوات الأربع الماضية بهدف اختبار صدق هذا الفرض، ويركز الباحثون أساسا على أن استخدام الكرياتين لا يجب أن يكون بشكل عام وشائع دون التقنين والتحديد الدقيقة، سواء كان ذلك بالنسبة لمن يستخدم الكرياتين أو للجرعات المناسبة مما يوفر الأموال التى قد تصرف بدون فائدة، فكثير من الرياضيين لا يعرفون كيفية التناول من ناحية الجرعات أو نظام تناولها، أو إذا كان الكرياتين مفيدا لنوعية تخصصهم الرياضى أم لا ؟ وتزداد أهمية دراسة هذا الموضوع نظرا لزيادة انتشار استخدامه بين الرياضيين الناشئين وخاصة فى السباحة، والتى قد يكون من المفيد أن توجه الجهود نحو العوامل الأساسية الأخرى لرفع مستوى الأداء مثل تحسين الأداء الفنى والتدريب الجاد والإعداد العقلى الجيد والراحة الكافية والتغذية المناسبة، فقد تكون الفائدة المرجوة من الكرياتين أقل نسبيا إذا ما قورنت بمثل هذه العوامل، وقد يكون من الأفضل استخدام الكرياتين فى مراحل أخرى بعد تحقيق أقصى مستوى ممكن من خلال العوامل الأساسية الأخرى.

دور الكرياتين خلال التمثيل الغذائى أثناء التدريب

١- يعمل على سرعة إعادة بناء ATP خلال أداء الأنشطة البدنية التى تعتمد على نظام قدرة الطاقة اللاهوائية اللاكتيكى Alactic-anaerobic power system.

٢- يعمل كمنظم حيوى Buffer داخل الخلية للتخلص من أيونات الهيدروجين الناتجة عن النظام اللاهوائى اللاكتيك Lactic-anaerobic power system.

٣- يقوم بنقل ATP الذى تم تكوينه داخل الميتوكوندريا بالنظام الهوائى إلى خارجها فى الليفة العضلية.

متطلبات الجسم من الكرياتين ومصادره الغذائية

يوجد الكرياتين بشكله الطبيعى فى الغذاء الذى يحتوى على الأنسجة العضلية والعصبية مثل اللحوم والأسماك والبيض وغيرها.

يحصل الفرد على احتياجاته اليومية من الكرياتين فى حدود ١-٢ جرام من خلال المصادر الغذائية، وهذا المقدار يمكن أن يكون كافيا للمحافظة على مستوى الكرياتين الطبيعى، بينما تكون مستويات الكرياتين منخفضة فى عضلات بعض الأفراد الآخرين مثل النباتيين وقليلى الغذاء Small Eaters نتيجة انخفاض المصادر الغذائية للكرياتين فى غذائهم اليومى، وهناك بعض الدراسات التى أثبتت ذلك بالنسبة للنباتيين، ولكن الأمر ما زال يحتاج إلى المزيد من الدراسة.

يحتاج الجسم إلى حوالى ٢ جرام فى اليوم من الكرياتين، ويحصل على نصف هذه الكمية بشكل مباشر من خلال مجموعة الأحماض الأمينية بالغذاء، وللاستفادة من وظائف الكرياتين فى المجال الرياضى يتم تحميل العضلات بجرعات من الكرياتين تزيد عن مستوى متطلبات الجسم اليومية بكثير لتعويض قدرة الجسم الذاتية المحدودة

لتصنيع مقادير الكرياتين التى تزداد حاجة عضلات الرياضى لها، غير أن هذه العملية تكون دائما بشكل مؤقت وتعود مستويات الكرياتين إلى ما كانت عليه خلال فترة زمنية معينة.

تأثير الكرياتين على مستوى الأداء الرياضى

بالرغم من الاهتمام الكبير الذى لوحظ أخيرا بالكرياتين، إلا أن الدراسات حول تأثير تناوله على مستوى الأداء الرياضى مازال متضاربا ما بين إثبات حدوث التأثير الفعلى على الأداء، وما بين عدم حدوث أى تأثير يذكر، غير أن هذه الفروق فى نتائج الدراسات قد ترجع إلى عدة عوامل تختلف من دراسة إلى أخرى، مثل اختلاف أفراد عينة البحث واختلاف نوع النشاط البدنى أو فترة دوامة اختلاف جرعات تناول الكرياتين ونظام تناولها وغيرها، وفيما يلى تلخيص لأهم النتائج التى أمكن التوصل إليها:

* فشلت الدراسات العلمية فى إثبات أن تناول الكرياتين يؤدى إلى حدوث تحسن فى مستوى الأداء للأنشطة البدنية التى تتطلب التحمل أو أداء جهد أو تمرين بدنى عال الشدة.

* نجحت الدراسات فى إثبات حدوث تحسن فى مستوى الأداء فى حالة استخدام عدة تمرينات متكررة عالية الشدة مع فترة راحة بينية للاستشفاء من ١ إلى٥ دقيقة نتيجة لتحميل العضلات بالكرياتين بين الذى يسمح بسرعة استعادة مستويات فوسفات الكرياتين خلال فترات الراحة البينية مما يؤدى إلى انخفاض منحنى التعب، وبناء على ذلك يمكن القول أن تناول الكرياتين قد يكون مفيدا فى الأنشطة الرياضية التى تعتمد على استخدام أحمال التدريب المتقطعة أو طريقة التدريب الفترى ذى الشدة المرتفعة مع فترات الراحة البينية القصيرة أو فى المنافسات الرياضية التى تتميز طبيعة الأداء عند ممارستها بالتقطع مثل ألعاب الكرة بأنواعها (قدم ـ سلة ـ يد ـ طائرة إلخ) وما زال غير معروف أى الأنشطة الرياضية أكثر استفادة من تأثير تناول الكرياتين؟ وكذلك أى طرق التدريب وتشكيل الأحمال التدريبية حاجة إلى استخدام الكرياتين؟ وأى المنافسات الرياضية أكثر تأثرا بتناول الكرياتين؟ كلها وغيرها من الموضوعات الأكثر حاجة لمزيد من البحث والدراسة.

وتعتبر السباحة من أكثر الأنشطة الرياضية التى تعتمد تدريباتها على تشكيل أحمال التدريب بطريقة التدريب الفترى، ومع ذلك يتطلب الأمر مزيدا من البحث والدراسة حيث إنه فى الوقت الذى لم يكن هناك تأثيرات مباشرة لتناول مشاركة السباح فى عدة سباقات متتالية والتى كثيرا ما تواجه المدربين عندما يضطر السباح للمشاركة فى سباق أو أكثر فرديا، بالإضافة إلى سباق التتابع مما يتطلب استخدام وسيلة مساعدة لتحقيق سرعة عالية لعمليات استشفاء فوسفات الكرياتين، وكذلك الوضع فى حالة المشاركة فى التصفيات والنهائيات أو تكرار المحاولات كما فى الرمى والوثب أو الجولات كما فى الملاكمة والمصارعة وغيرها.

زيادة الوزن المصاحب لتناول الكرياتين

من المشكلات التى قد تواجه بعض الرياضيين إذا ما تناولوا الكرياتين زيادة الوزن بشكل مفاجئ وسريع فى حدود ١-٢ كيلوجرام

بعد تناول الكرياتين لأول مرة كما أثبتته معظم الدراسات، وترجع هذه الزيادة إلى احتفاظ الجسم بالسوائل، وهذه الظاهرة تحتاج إلى مزيد من الدراسة والتوضيح.

يعتبر الكرياتين عاملا بنائيا Anabolic Agent بالنسبة للرياضيين فى بعض الأنشطة التى تتطلب عنصر القدرة Power ولاعبى كمال الأجسام، وبالرغم من ذلك فما زال تأثير الكرياتين على المدى الطويل موضوعا هاما يستحق الدراسة فى مثل هذه الأنشطة لتوضيح الرأى العلمى الحاسم لتفسير أسباب الزيادة التى تحدث فى الوزن والقوى العضلية - هل تحدث نتيجة للتأثير المباشر لاستثارة عمليات بناء البروتين ؟ أم قد يكون السبب هو تحسن عمليات الاستشفاء خلال تدريبات الأثقال مما يؤدى إلى زيادة فاعلية التدريب، وبالتالى زيادة اكتساب الوزن والقوة ؟ كما أن موضوع زيادة الوزن المرتبط بتناول الكرياتين ذاته يعد أمرا يتطلب المزيد من الدراسة نظرا لأن أى زيادة فى (الوزن الميت Dead Weight) قد تكون عائقا فى بعض الأنشطة الرياضية، وقد بدأت فعلا هذه المشكلة تواجه السباحات - هل أيضا هذه المشكلة تواجه السباحين ؟

الفروق الفردية ومستويات الكرياتين الأساسية

أثبتت الدراسة أن هناك فروقا فردية فى المستويات الأساسية للكرياتين بين الأفراد وكذلك يختلف الأفراد فى استجاباتهم لتناول الكرياتين، وهذا أيضا يعد سببا من أسباب الخلاف بين نتائج الدراسات، فمن هم الأفراد الأكثر حاجة لتناول الكرياتين؟ ومن هم الأفراد القابلين للاستجابة لتناول الكرياتين - ولماذا ؟ وهذه تساؤلات وغيرها تحتاج إلى إجابات علمية.

ويعتبر إيجاد الطريقة التى يمكن الاسترشاد بها للكشف عن مخزون الكرياتين من أهم الموضوعات التى تحتاج إلى المزيد من الدراسة للكشف عن مدى إمكانية التوصل إلى اختبارات ميدانية يمكن الاسترشاد بها خلاف الطريقة أخذ عينة من العضلة Muscle Biobsies والتى تعتبر الطريقة الوحيدة حتى الآن يمكن استخدامها بدقة لتحديد ذلك.

تناول الكرياتين للرياضيين ذوى المستويات العليا

أجريت معظم الدراسات على عينات من الأفراد اللائقين بدنيا أو الأصحاء أكثر منها على عينات من الرياضيين ذوى المستويات العليا، وهذا يدعو إلى افتراض اختلاف النتائج لو كانت العينات من الرياضيين الذين يتعرضون بشكل مستمر لأداء الأحمال التدريبية مرتفعة الشدة مما يتطلب إجراء دراسات على هؤلاء الرياضيين للاستفادة التطبيقية من النتائج.

مرفق الإنزيم كيو ١٠ Co Enzyme-Q10

طالعتنا جريدة الأهرام القاهرية فى عددها الذى صدر الخميس ٢٩ أغسطس ٢٠٠٢ بحديث لمخطط الأحمال واللياقة لمنتخب مصر فى كرة القدم ريكاردو فى كرة القدم عن نفيه لتقديم أى عقاقير ضارة بصحة لاعبى المنتخب أو تدخل ضمن قائمة المنشطات التى يحظرها الاتحاد الدورى لكرة القدم، وخاصة أن اللجنة الطبية بالاتحاد تصدر نشرة دورية بهذه الأدوية، وعن

موضوع الحبة التى أعطاها للاعبى المنتخب قبل مباراة أثيوبيا الودية قال: إن هذه الحبة من مستلزمات عمله وتأتى ضمن نطاق التعويض الغذائى للاعبى الكرة بديلا عما يفقدونه من أغذية وسوائل فى أثناء التدريب والمباريات، وأضاف أن الاسم العلمى لهذه الحبة هو Co Q10 a «كوكيوتن» وهى كما يقول تعمل على إنزيم داخل خلايا الجسم تمده بالطاقة التى يحتاجها بديلا عن الأغذية، وهذه الحبة معروفة لكل مدربى الأحمال فى كل منتخبات العالم وكذلك اللجنة الطبية بالاتحاد الدولى، وقد رفض المدرب إعطاء هذه الحبة لأحد لكى يقوم بتحليلها واستشهد ببعض المدربين عن مفعول هذه الحبة.

وفى الحقيقة أن هذا الموضوع أكد الحاجة الملحة إلى دراسة هذه المادة وأهميتها وتوقيت استخدامها وفاعليتها وهو ما نتناوله بالنسبة لهذا المكمل الغذائى.

ما هو هذا المرفق كيو ١٠؟

هو عبارة عن مرفق إنزيم كيو ١٠ وقد لا يعرفه أو يسمع عنه الكثير، وهو يعتبر ڤيتامين Q اكتشف لأول مرة فى عام ١٩٥٥ بواسطة مورتون ومساعد R.A. Morton فى ليفربول Liverpool بإنجلترا، وقد قام دكتور فريد كران Dr. Fred Crane بجامعة ويسكونسين Wisconsin وزملاؤه باستخلاصه وعزله من مكان وجوده بالميتوكوندريا «بيت الطاقة بالخلية» حيث يوجد بكثرة وأطلق عليه مسمى كو إنزيم كيو Coenzyme Q وهو يعتبر جزءا من سلسلة مركبة من التفاعلات التى تحدث فى الميتوكوندريا وهى الأجسام الصغيرة بالخلايا والتى تتولد الطاقة الهوائية بداخلها ATP، وهو يعتبر مادة غذائية هامة لوظائف كل خلية بالجسم، ويقل مستواه مع تقدم العمر اعتبارا من عمر ٣٠ سنة، كذلك يساعد تناوله على الوقاية الصحية حيث يرتبط انخفاض مستواه بنسبة ٢٥٪ بالمشاكل الصحية، مثل ارتفاع ضغط الدم والجلطة القلبية والذبحة الصدرية وانخفاض مستوى جهاز المناعة ومشاكل غشاء الأسنان ونقص الطاقة وزيادة الوزن، وإذا ما نقص وجود هذه المادة بنسبة ٧٥٪ تحدث مشاكل صحية خطيرة، ويحتاج الإنسان إلى ١ مللى جرام لكل رطل من وزن الجسم يوميا.

أهمية Co Q10 للرياضيين

من المعروف أن نقص الڤيتامينات أو مرفقات الإنزيمات يؤدى إلى ضعف مستوى الأداء وقد يؤدى هذا إلى المرض، غير أن تناوله قبل الأداء مباشرة أو تأثيره على الأداء الرياضى ما زال يعتبر سؤالا لم تجد له الدراسات العلمية إجابة حتى الآن، غير أن نقص الڤيتامينات ومرفقات الإنزيمات غالبا ما يلاحظ لدى الرياضيين ودائما فى مثل هذه الحالات يصبح من الصعب تعويض النقص أو علاج ما يسببه ذلك من مشكلات صحية.

وما زال هناك اعتقاد خاطئ وسائد بين الرياضيين هو أن «زيادة تناول الڤيتامينات سوف يحسن الأداء» وبناء على ذلك تظهر اكتشافات جديدة لهذه الأنواع من الڤيتامينات ومرفقات الإنزيمات لتتولى إنتاجها الشركات وتسلك طريقها إلى السوق، ويعتبر Co Q10 أحد هذه المواد.

كيف يعمل Co Q10 بالجسم؟

تعتبر التفاعلات الكيميائية الحيوية هى المسئولة عن جميع العمليات الحيوية بالجسم ولكى تتم هذه التفاعلات وتقوم بوظائفها فهى تحتاج إلى الإنزيمات، وهى عبارة عن مادة بيولوجية محفزة توجد بكثرة فى كل خلية ولكل منها وظيفة مخصصة لزيادة سرعة تفاعل كيميائى معين، غير أن هناك مواد أخرى تسمى مرفقات الإنزيمات Coenzymes لا تنشط الإنزيمات وتساعد على سرعة التفاعلات إلا فى وجودها فهى تسهل تفاعل الإنزيم، ويعتبر Co Q10 أحد مرفقات إنزيمات الميتوكوندريا التى تحتاج إليها لعلمية نقل الإلكترون وهى المرحلة الحساسة لتوليد الطاقة فى الخلايا، وأظهرت الدراسات أن تناول Co Q10 بالفم يساعد على استعادة ما استنفد منه فى الخلايا والأنسجة من خلال القلب والكبد والكلى والبنكرياس، وبذلك فإن دوره يمكن أن يكون تعويضيا للاستشفاء وليس لتحسين مستوى الأداء.

وظائف Co Q10

يقوم Co Q10 بعدة وظائف حيوية هامة تشمل عمله كمضاد للأكسدة Antioxidant يحمى البروتينات والدهون والحامض النووى DNA للميتوكوندريا من الأكسدة ويساعد على وظائف الميتوكوندريا ويساعده فى ذلك فيتامين E.

إنتاج الطاقة

يلعب دورا هاما فى توليد الطاقة فى الخلية، حيث يعمل داخل ميتوكوندريا الخلية ليمدها بالطاقة المطلوبة ويعمل Co Q10 كحامل للإلكترون والبروتون Electron Proton Carrier ليساعد الميتوكوندريا فى إنتاج أدينوسين ثلاثى الفوسفات (ATP) مصدر الطاقة فى الجسم. وهذا هام جدا لأنه يجب على الميتوكوندريا أن تستمر فى إنتاج ATP و Co Q10 يوجد بكثرة فى خلايا عضلة القلب والكبد والكلى والبنكرياس، وتناوله فى الفم يساعد على إعادة استكمال ما تم استنفاده من مخزون Co Q10 فى الأنسجة والخلايا.

جهاز المناعة

بناء على تقرير Robert C Adkins أنه يمكن أن يقوى جهاز المناعة وقد قام بدراستها William lee Ph.D الذى وجد بناء على تناوله ٦٠ مللى جراما يوميا ولمدة ٣-١٢ أسبوعا زيادة معنوية فى مستويات بروتين المناعة Immunogloblin G وهو أحد الأجسام المضادة لمساندة الوظيفة المناعية.

موقف الدراسات العلمية

بالنظر فى نتائج ما توصل إليه العلماء خلال فترة العشر سنوات الماضية التى استخدم فيها Co Q10، لوحظ قلة عدد أفراد عينة البحوث مما يضعف قوة هذه الدراسات للوصول إلى استنتاج نهائى وأن هذه الدراسات لم تكن مؤيدة لوجود تأثير إيجابى على الأداء الرياضى.

عام ١٩٩٧ أجريت دراسة فى فنلندا على ٢٥ لاعب انزلاق اختراق ضاحية ووجد تحسن معنوى، كما أفاد انطباع الأفراد عن نوعية التدريب، وقد وجه نقد لهذه الدراسة بعدم استخدام بلاسبو Placebo كما لم تثبت الدراسة تحسن الأداء الرياضى.

عام ١٩٩٩ أجريت دراسة لتناول Co Q10 على سبعة ذكور مدربين ولم يظهر تحسن فى

الأداء أو التمثيل الغذائى لإنتاج الطاقة بالعضلات.

وأجريت دراسة أخرى عام ١٩٩٦ على أفراد غير مدربين متوسطى العمر ولم يوجد تحسن فى سعة الأداء مع تناول Co Q10، وفى عام ١٩٩٢ أجريت دراسة مولتها إحدى الشركات المنتجة تحت ما يسمى (نظام الأداء الرياضى كو إنزيم Coenzyme Athletic Performance system وفيتامين E وسيتوكروم Cytomcrome وفيتامين C وأينوسين Inosine)- أجريت التجربة على ١١ رياضيا مدربا واستخدم فى هذه الدراسة اختبار للتعب استمر الأداء خلاله ٩٠ دقيقة بالجرى على السير المتحرك Treadmale بالجرى (٧٠٪ Vo_2 Max) يتبعه التبديل على الدراجة (٧٠٪) حتى التعب، وجاءت النتيجة مفزعة للشركة حيث لم توجد أى فائدة من تناوله هذا المركب، ولم تكن مفاجأة أن تنتقد الشركة على هذه الدراسة.

ولم يلق تناول Co Q10 تأييدا بالاستخدام كما لم تجر دراسات حول مدى إضرار استخدام جرعات منه، وما زال الموضوع يحتاج إلى دراسات أكثر عمقا وعلى أعداد من الرياضيين أكبر قبل إصدار بيان بإمكانية استخدامه بأمان، كما يعتبر تحديد الجرعة المناسبة من المداخل الهامة إلى الدراسة، وحتى لا يحدث مزيد من صرف الأموال لشراء مثل هذه المنتجات التى تشبه الموضة ذهابا وإيابا لأغراض تجارية، ويبقى دائما كما يقول المدربون: «إن التدريب هو أفضل فيتامين فى العالم».

تلوث الهواء Air Pollution

ازداد الاهتمام فى السنوات الأخيرة بالمشاكل الصحية التى يمكن أن تصاحب التدريب فى الهواء الملوث، فقد تلوث هواء المدن فى الفترة الأخيرة ارتباطا بزيادة السيارات والعوادم التى تخرج منها والأتربة وغبار المصانع مما جعل الهواء الذى نتنفسه محملا بكثير من الغازات والأجسام الدقيقة الدخيلة على الهواء الذى نتنفسه، فعندما يصبح الهواء راكدا مع ارتفاع درجة الحرارة يمكن أن تؤثر هذه الملوثات على الأداء الرياضى نتيجة تركيز هذه الملوثات فى الهواء الجوى والتى تتكون فى الغالب من أول أكسيد الكربون والأوزون وأكسيد الكبريت Sulfur Oxides.

ويعتبر أول أكسيد الكربون غازا عديم الرائحة ويمكن أن يدخل الدم بسرعة أثناء التنفس ويمكن أن يكون مميتا فى تأثيره، ويتحد الهيموجلوبين فى الدم بأول أكسيد الكربون ليحمله فى الدم بقوة تزيد ٢٤٠ مرة ضعف قدرته على الاتحاد مع الأكسجين، ويرتبط مستوى أول أكسيد الكربون بالدم بما يستنشقه الفرد فى هواء الشهيق، وقد أثبتت كثير من الدراسات وجود ارتباط بين نقص الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين وزيادة أول أكسيد الكربون فى الدم، وتشير المراجع العلمية أن مستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين يتأثر بشكل معنوى عند زيادة مستوى أول أكسيد الكربون عن ٤,٣٪، كما أثبتت بعض الدراسات انخفاض الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين عند الأداء على السير المحرك Treadmill عندما وصل مستوى أول أكسيد

الكربون إلى ٢,٧٪ ولا تتأثر الأحمال البدنية الأقل من الحد الأقصى بأقل من ٦٠٪ من الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين حتى تزيد مستويات أول أكسيد الكربون عند ١٥٪.

وتؤدى زيادة تركيز الأوزون (O_3) فى هواء الشهيق إلى كثير من الأعراض مثل إثارة العين وضيق الصدر والنهجان، ويعتبر الغثيان أحد الأعراض العامة. ويؤثر الأوزون بصفة خاصة على الممرات الهوائية فتنخفض وظائف الرئة مع زيادة تركيز الأوزون، وزيادة التهوية الرئوية، وقد لوحظ انخفاض فى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين بعد التدريب مع زيادة تركيز الأوزون فى الهواء، وهذا النقص فى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين يصاحبه نقص فى نقل الأكسچين من الرئتين كنتيجة لنقل تبادل الغازات فى الحويصلات الهوائية.

أكسيد الكبريت Sulfur Dioxide

تؤدى زيادة أكسيدات الكبريت فى الهواء الجوى إلى عدم الراحة وانخفاض مستوى الأداء وهو يؤثر أساسا على ممرات الهواء العليا والشعيبات الهوائية، ومن الحكمة إيقاف النشاط الرياضى فى حالة زيادة تلوث الهواء، حيث إن التدريب فى الهواء الملوث له خطورته على صحة الرياضى.

ملخص

* يقصد بالمرتفعات هنا الارتفاعات التى تزيد عن ١٥٠٠ متر، حيث لا تكون هناك تأثيرات فسيولوچية مؤثرة للمرتفعات التى تقل عن ذلك .

* الاستجابات الفسيولوچية تختلف كثيرا كلما ارتفعنا عن سطح البحر، حيث يقل الضغط الجزئى للأكسچين فى الهواء الجوى، وبالتالى يصعب وصول الأكسچين للأنسجة وينتج عن ذلك حالة نقص الأكسچين بالجسم Hypoxia.

* التغيرات البيئية والمناخية للمرتفعات، ينخفض الضغط الجوى فى المرتفعات، تقل سرعة الجاذبية الأرضية، تقل درجة الحرارة ٢ درجة مئوية كل ارتفاع ٣٠٠ متر عن سطح البحر.

* لا يوجد دلائل علمية قوية على تحسن الأداء عند مستوى سطح البحر عند التدريب فى المرتفعات .

* الرياضى الذى يعيش ويتدرب فى المرتفعات لا يؤدى أفضل من الرياضى الذى يتدرب عند مستوى سطح البحر ثم يتأقلم للتدريب فى المرتفعات.

* الرياضى الذى يعيش ويتدرب فى المرتفعات لا يؤدى أفضل من الرياضى الذى يتدرب عند مستوى سطح البحر فى حالة المنافسة عند مستوى سطح البحر.

* الرياضى المدرب جيدا يتأقلم أسرع من غير المدرب بدرجة جيدة عند التدريب فى المرتفعات.

* يمكن أن يؤدى التدريب فى المرتفعات إلى تأثيرات سالبة على مستوى الأداء عند سطح البحر نتيجة نقص كتلة الجسم العضلية ونقص الحد الأقصى لمعدل وحجم الضربة والجفاف.

* الرياضى الذى يتدرب عند مستوى سطح البحر وينافس فى المرتفعات يجب أن يشارك فى المنافسة أول ٢٤ ساعة من وصوله إلى المرتفعات وقبل ظهور التغيرات الحادة، أو يصعد إلى المرتفعات قبل المنافسة بما لا يقل عن أسبوعين ويفضل ٤-٦ أسابيع.

* تتراوح درجة حرارة الجسم تحت الإبط من ٣٦-٣٧ درجة وفى الشرج ٣٦,٢-٣٦,٦ ,٣٧ درجة، ويلاحظ أن أقل درجة حرارة تلاحظ فى الليل وقبل النوم وأكبر درجة حرارة تلاحظ خلال النصف الثانى من اليوم.

* يصاحب التمثيل الغذائى فى الجسم دائما إنتاج الحرارة، وتعتبر عمليات الأكسدة هى المصدر الأساسى لتعبئة الطاقة فى الجسم، بالإضافة إلى دور الجلوكوز، وعندما يتأثر الجسم بالبرودة يقوم الجسم ببعض التفاعلات الفسيولوچية لتعويض ذلك وتوليد الحرارة، ويعتبر النشاط العضلى الإرادى من هذه التفاعلات الفسيولوچية، حيث يمكن أن يؤدى ذلك إلى مضاعفة إنتاج الطاقة عشر مرات أو أكثر، إلا أن جزءا من هذه الطاقة يستهلك لإنتاج الشغل الخارجى.

* يمكن أن يفقد الشخص عند التدريب لفترة طويلة فى الجو الحار أكثر من ٢ لتر من سوائل الجسم (العرق) كل ساعة، ويفقد الإنسان

حوالى ٧-٨٪ من وزن الجسم فى سباقات التحمل مثل سباق المارثون.

* يمكن للجسم أن يتكيف على الأداء الرياضى فى الجو الحار بعد التدريب لفترة ٤-١٤ يوما، ولذا يقل شعور اللاعب بالألم بالمقارنة بقبول عملية التدريب والتكيف، ويرجع سبب ذلك إلى زيادة سرعة إفراز العرق وغزارته وزيادة اتساع الغدد العرقية وزيادة سرعة التبخر.

* أهمية السوائل :

- للسوائل أهمية كبيرة فى المنافسات التى تستمر لأكثر من ٥٠-٦٠ دقيقة.

- للسوائل أهمية خلال الجرعات التدريبية الطويلة فى حالة الظروف الدافئة على مستوى الفرد وكذلك الفريق الرياضى.

* عندما يبدأ الفرد فى الصيام (صيام رمضان) ينقسم الصيام إلى مرحلتين: المرحلة الأولى وهى صيام حتى ١٢ ساعة، والمرحلة الثانية صيام أكثر من ١٢ ساعة، والتغيرات الحيوية التى تحدث خلال هاتين المرحلتين مختلفة.

* ممارسة الرياضة خلال شهر الصوم تعتبر مجهودا صعبا فسيولوچيا على اللاعبين، ويجب أن يتم وفق قواعد وظروف معينة مدروسة، ويجب التوقف عن ممارسة الرياضة الشاقة عند ارتفاع درجة الحرارة أكثر من ٣٧ درجة مئوية وارتفاع نسبة الرطوبة، حيث إن ذلك قد يعرض اللاعبين للإجهاد الحرارى والجفاف وتركيز سوائل الجسم.

* إذا كانت درجة الحرارة أقل من ٢٥ درجة مئوية والرطوبة معتدلة، فإن ذلك يسهل ممارسة الرياضة مع الصيام.

* لابد من عمل تحميل للكربوهيدرات قبل بدء الصيام.

* يفضل اللعب خلال الـ ٦-٨ ساعات الأولى من الصيام، حتى يمكن استغلال جليكوجين الكبد والعضلات كمصدر للجلوكوز.

* فى حالة اللعب بعد ٨-١٠ ساعات من الصيام يجب على اللاعبين عدم الإفراط فى بذل الجهد أثناء اللعب.

* فى حالة اللعب بعد ١٠-١٢ ساعة من بدء الصيام سيتم حرق كمية كبيرة من الأحماض الدهنية وارتفاع نسبة الأجسام الكيتونية فى الدم وزيادة حموضة الدم مما يؤثر على كفاءة أداء اللاعبين وتركيزهم.

* يجب تأخير السحور قدر المستطاع وبدء الصيام قرب الفجر مع تنظيم مواعيد النوم حتى يتمكن اللاعبون من نوم فترة متصلة كافية.

* التدريب يجب أن يكون فى نفس ميعاد المسابقة وبنفس الظروف.

* يفضل أن يتم اللعب بعد ٤-٦ ساعات من الإفطار، حتى يتمكن الجسم من استعادة استغلاله الجيد للجلوكوز سواء للأكسدة المباشرة أو تكوين مخزون الجليكوجين فى الكبد.

أسئلة للمراجعة

١- ما هو المقصود بالمرتفعات ؟

٢- ما هى التغيرات البيئية والمناخية فى المرتفعات ؟

٣- ما هى الخصائص الفسيولوچية لمراحل التأقلم وما هى اشتراطات حمل التدريب خلال كل مرحلة ؟

٤- ما هو تأثير تدريب المرتفعات على الأنشطة الهوائية واللاهوائية ؟

٥- ما هى خصائص التدريب فى المرتفعات ؟

٦- ما هى شروط التغذية فى المرتفعات ؟

٧- ما هى خطورة التدريب فى الجو الحار ؟

٨- ما أهمية تناول الماء للوقاية من إصابات الحرارة ؟

٩- ما هى أهم التوصيات للتدريب أثناء الصيام وبعد الإفطار ؟

١٠- ما هى نصائحك للرياضى بالنسبة لأضرار المنشطات ؟

المفردات Glossary

الأقلمة Acclimation

عمليات التكيف المزمن لضغط بيئى معد صناعيا.

التأقلم Acclimatization

عمليات التكيف المزمن لضغط بيئى معين.

التكيف Adaptation

تغيرات فى الوظيفة أو البناء استجابة لحالات التغير وهو جزء من التأقلم.

المرتفعات Altitude

ويقصد بالمرتفعات هنا الارتفاعات التى تزيد عن ١٥٠٠ متر، حيث لا تكون هناك تأثيرات فسيولوچية مؤثرة للمرتفعات التى تقل عن ذلك.

مرفق الإنزيم كيو ١٠ Co Enzyme-Q10

هو عبارة عن مرفق إنزيم كيو ١٠، وهو يعتبر جزءا من سلسلة مركبة من التفاعلات التى تحدث فى الميتوكوندريا وهو الأجسام الصغيرة بالخلايا والتى تولد الطاقة الهوائية.

الكرياتين Creatine

يوجد الكرياتين بشكله الطبيعى فى الغذاء الذى يحتوى على الأنسجة العضلية والعصبية مثل اللحوم والأسماك والبيض وغيرها. ويحتاج الجسم إلى حوالى ٢ جرام فى اليوم من الكرياتين ويحصل على نصف هذه الكمية بشكل مباشر من خلال مجموعة الأحماض الأمينية بالغذاء، وللاستفادة من وظائف الكرياتين فى المجال الرياضى يتم تحميل العضلات بجرعات من الكرياتين تزيد عن مستوى متطلبات الجسم اليومية بكثير لتعويض قدرة الجسم الذاتية المحدودة لتصنيع مقادير الكرياتين التى تزداد حاجة عضلات الرياضى لها، غير أن هذه العملية تكون دائما بشكل مؤقت وتعود مستويات الكرياتين إلى ما كانت عليه خلال فترة زمنية معينة.

مساعدات تحسين الأداء Ergogenic Aids

«المواد أو المعالجات البدنية والميكانيكية والغذائية والنفسية والفارما كولوجية «العقاقير» التى مباشرة تحسن العوامل الفسيولوچية المصاحبة لأداء الجهد البدنى أو تزيل عوامل الكبح الذاتى والتى قد تحد من السعة الفسيولوچية».

العقاقير الضارة بالأداء Ergolytic Drugs

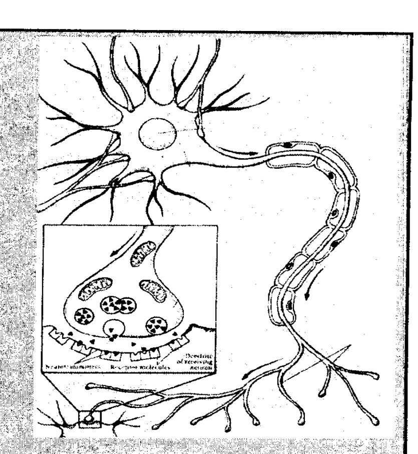
وتشمل هذه العقاقير الضارة الكحول والمارجوانا والتدخين بأنواعه وبيتا بلوكرز Calcium Channel Blokers, B-Blokers ومدرات البول.

الترموميتر ذو الكرة المبتلة

Wet Globe Thermometer

وهو ترموميتر يتكون من ترموميتر له كرة من النحاس ومغطاة بنسيج أسود مبلل، وهذا يسمح له فى الهواء بقياس درجة حرارة الإشعاع وتيارات الحمل وفى نفس الوقت تتأثر هذه الدرجة بعملية البخر وكل ذلك له تأثيره على ما هو داخل كرة النحاس.





الباب السابع

الرياضة والصحة

* الفصل الرابع عشر :

الرياضـــــة للجميــــــع

* الفصل الخامس عشر :

اللياقة البدنية بهدف الصحة



الفصل الرابع عشر

الرياضة للجميع

- رياضة الناشئين
- الرياضة والمرأة
- الرياضة والشيخوخة
- الرياضة والإنتاج

يهدف هذا الفصل إلى:

- تعريف القارئ بالخصائص الفسيولوچية للناشئين وكيفية تخطيط برامج التدريب لهم.
- تعريف القارئ بطبيعة الأداء الرياضى للمرأة وخصائص التغيرات المرتبطة بالأنثى فى حالة الدورة الشهرية والحمل وكيفية ممارسة الرياضة فى هذه الظروف.
- تعريف القارئ بالتغيرات الفسيولوچية المصاحبة للشيخوخة وكيفية مماسة الرياضة فى هذه المرحلة.
- تعريف القارئ بأهمية الرياضة لزيادة الإنتاج وتحسين صحة العاملين.

رياضة الناشئين

أمكن للناشئين فى الآونة الأخيرة تحقيق مستويات رياضية عالية كانت لفترة ما تعتبر مستحيلة، والأمثلة على ذلك كثيرة، حيث فازت سباحة أستراليا شين جولد بأربع ميداليات ذهبية فى دورة طوكيو الأولمبية ١٩٦٨ وهى فى عمر ١٤ سنة، وغيرها كثير من الأمثلة والبطولات التى تحققت فى أعمار صغيرة، ومن المعروف أن إعداد البطل الأولمبى يتطلب فترة طويلة من الإعداد تمتد من ٨-١٢ سنة، ويعنى وصول الناشئ إلى بطولة عالمية مرور بفترة إعداد وتدريب طويلة بدأت منذ طفولته، وهذا يطرح العديد من التساؤلات حول رياضة الناشئين وعلاقتها بعمليات النمو Growth.

الخصائص البدنية للنمو

طول القامة

ينمو طول القامة بسرعة خلال أول سنتين من العمر، ويمكن للطفل أن يصل إلى ٥٠٪ من طول قامته فى البلوغ خلال أول سنتين من عمره، ثم يبدأ بعد ذلك معدل النمو فى البطء خلال مرحلة الطفولة Childhood ثم يزيد معدل النمو بشكل ملحوظ قبل البلوغ مباشرة، ثم يلى ذلك نقص فى معدل نمو الطول حتى يبلغ المراهق طول القامة الكامل فى عمر حوالى ١٦,٥ سنة للبنات و ١٨ سنة للبنين، وتبلغ قمة معدل نمو الطول للبنات فى عمر ١٢ سنة للبنين فى عمر ١٤ سنة للبنات، وتبلغ البنات قبل الأولاد بحوالى ٢-٢,٥ سنة.

العظام

تقوم العظام بعدة وظائف هامة، فهى تعتبر البناء الهيكلى للجسم وترتبط بها العضلات وتحمى أنسجة الجسم كما تعتبر مخازن لأملاح الكالسيوم والفوسفور، ويقوم بعض العظام بتشكيل خلايا الدم، ويبدأ نمو العظام من تحول الغضاريف إلى العظام بداية من مرحلة النمو الجنسى وبعض العظام المسطحة كالجمجمة تنمو من خلال أغشية ليفية، وهكذا تنمو العظام خلال مرحلة التكوين الجنسى وكذلك فى مرحلة النمو الأولى من ١٤-٢٢ سنة من العمر من خلال عملية تسمى التعظم Ossification أو تكوين العظام ويطلق على جسم التعظم Diaphysis وعلى كل نهاية للعظام الطويلة يطلق اسم الكردوس Epiphysis وتبدأ عملية التعظم من جسم العظم بداية من مركز التعظم ومن خلال تعظم الألواح الكردوسية Epiphyseal Plate فى طرفى العظمة التى تتحول من غضاريف إلى عظام تدريجيا ولكل من عظام الجسم الطولية عمر معين تستكمل فيه عملية التعظم ثم لا تنمو بعد ذلك هذه العظام وغالبا ما تكتمل عملية التعظم للذكور فى عمر ٢٠ سنة وتسبق البنات البنين بسنتين، وتعتبر العظام نسيجا حيا يحتاج إلى الغذاء من خلال ما يستقبله من الدم ويكتسب صلابة من خلال أملاح فوسفات الكالسيوم وكربونات الكالسيوم، ولهذا السبب يعتبر الكالسيوم غذاءً رئيسيا وخاصة خلال فترات نمو العظام وكذلك لوقايتها من الهشاشة فى مرحلة الشيخوخة، وتقوم العظام بدورها فى تخزين الكالسيوم حينما يزداد مستواه فى الدم، وعندما ينخفض مستوى الكالسيوم فى الدم تقوم العظام بإمداد الدم بالكالسيوم وعند حدوث الإصابة وزيادة الضغط على العظام تقوم بتخزين كمية أكبر من الكالسيوم.

ويعتبر التدريب أساسا هاما للنمو الطبيعى للعظام، وقد يكون للتدريب تأثير قليل على طول

العظام أو قد لا يكون، ولكن التدريب يزيد من عرض العظام وكثافتها نتيجة تخزين المزيد من الأملاح المعدنية وبالتالى تزداد قوة العظام.

وتؤدى الإصابات إلى ضرر عملية نمو العظام، حيث تتمزق الأوعية الدموية وهذا يؤدى إلى ضعف معدل نمو العظام، ويمكن أن يتسبب الكسر إلى اختلاف طول الرجلين مثلا حيث تصبح الرجل المصابة أقصر طولا، كما يؤدى التهاب الألواح الكردوسية الذى يحدث للرياضيين الناشئين عند تكرار حركة الرمى إلى إصابات مزمنة فى المفاصل، وهذا يحدث أيضا للسباحين الصغار ولاعبى التنس نتيجة تكرار التهابات الألواح الكردوسية فى منطقة الكتف للسباحين والمرفق للاعبى التنس.

العضلات

يزيد نمو العضلات خلال فترة النمو من ٢٥٪ من وزن الجسم من الميلاد إلى ٥٠٪ أو أكثر بعد البلوغ، ويصل معدل العضلات إلى قمته عند البلوغ، ويرجع ذلك إلى الزيادة المفاجئة فى إنتاج هرمون التستوستيرون والتى تتضاعف ١٠ مرات ولا يحدث ذلك بالطبع بالنسبة للنبات، حيث تصل الكتلة العضلية لديهن إلى ٤٠٪ من وزن الجسم ويزيد نمو العضلات نتيجة التضخم العضلى داخل الليفة العضلية بما تحتويه من اللويفات وفتائل الأكتين والميوسين، وتبلغ قمة نمو العضلات للبنات فى عمر ١٦-٢٠ سنة وللبنين من ١٨-٢٥ سنة، ويزيد طول العضلة عن طريق زيادة إضافة الساركومير وكذلك زيادة طول الساركومير.

الدهن

تتكون الخلايا الدهنية ويبدأ تخزين هذه الخلايا منذ المرحلة الجينية المبكرة وتستمر هذه العملية حيث يمكن لكل خلية الزيادة فى الحجم طوال حياة الإنسان، ويتحدد عدد الخلايا الدهنية فى بداية الحياة، وهذا ما جعل العلماء يعتقدون أن المحافظة على تقليل عدد الخلايا الدهنية فى الطفولة يقلل السمنة فى الطفولة وكذلك بعد البلوغ ولكن بناء على نتائج دراسة Bjorntop ١٩٨٦ فإن عدد الخلايا الدهنية تستمر فى الزيادة طول الحياة وتشير معظم الدراسات الحديثة إلى أن زيادة تخزين الدهون بالجسم يؤدى إلى زيادة امتلاء الخلايا الدهنية بالدهون إلى حد معين وعند ذلك تشكل خلايا دهنية جديدة، وبناء على هذه الحقيقة العلمية فإن من المهم المحافظة على تكوين عادة النظام الغذائى والتدريب الجيد طوال الحياة.

وترجع كمية الدهن التى تتكون فى الجسم إلى الغذاء والعادات التدريبية والوراثية، وبالطبع يمكن التحكم فى التغذية والتدريب ولكن لا يمكن التحكم فى الوراثة.

وتكون نسبة الدهن عند الولادة ١٠-١٢٪ من وزن الجسم الكلى، وبعد البلوغ تصل نسبة الدهون إلى ١٥٪ من وزن الجسم الكلى للذكور وحوالى ٢٥٪ للإناث، ويرجع هذا الفارق بين الجنسين إلى الفرق فى عمل الهرمونات بين كلا الجنسين، فعندما تبلغ البنات سن البلوغ تزداد مستويات تخزين الدهون فى أجسامهن، كما يحدث بالنسبة للبنين حينما تزداد الكتلة العضلية لديهم.

الجهاز العصبى

مع نمو الطفل تتحسن مقدرته على التوازن والرشاقة والتوافق، ويرجع ذلك إلى نمو الجهاز العصبى، حيث يجب أن تتم تغطية الألياف

العصبية بالغشاء الميوليني Myelination قبل حدوث ردود الأفعال السريعة والمهارات الحركية، نظرا لأن انتقال الإشارات العصبية على طول الليفة العصبية يكون بطيئا فى حالة عدم وجود الغشاء الميولين أو عدم اكتمال نموه، وتتميز مرحلة الطفولة بسرعة نمو هذا الغشاء وتتأثر تنميته المهارات الحركية والقوة العضلية بمعدل سرعة نمو الميولين.

الأداء البدنى والوظيفى

تظل الأجهزة الوظيفية تنمو حتى مرحلة البلوغ وكذلك قبلها ثم تحدث هضبة فى النمو (توقف النمو) يلى ذلك انخفاض معدلات النمو مع زيادة العمر.

المقدرة الحركية

تنمو المقدرة الحركية لدى البنات والأولاد حتى عمر ١٧ سنة، وعند البلوغ تصل البنات إلى هضبة فى معظم الاختبارات، وهذا التطور يحدث كنتيجة مبدئية لنمو الجهاز العصبى العضلى والهرمونى وكنتيجة ثانوية لزيادة نشاط الطفل.

ويمكن تفسير الهضبة التى تحدث فى معدل النمو عند البلوغ بناء على ثلاثة عوامل :

١- زيادة مستويات هرمون الإستروچين Estrogen عند البلوغ، أو نسبة الإستروجين إلى التستوستيرون Estrogen testosterone ratio وهذا يزيد من تخزين الدهون بالجسم، وبالتالى يقل مستوى الأداء مع زيادة دهون الجسم.

٢- الكتلة العضلية لدى البنات أقل.

٣- ميل البنات إلى الحياة الخاملة بعد البلوغ نظرا للظروف الاجتماعية.

وبناء على هذا تقل المقدرة الحركية للبنات نتيجة قلة الحركة وتغير أسلوب الحياة.

القوة:

تنمو القوة العضلية مع زيادة حجم العضلة وتصل القوة إلى القمة لدى الإناث فى عمر ٢٠ سنة ولدى الذكور فى عمر ٢٠-٣٠ سنة، وتؤدى التغيرات الهرمونية المصاحبة للبلوغ إلى زيادة القوة فى الذكور، ويصبح تحقيق الأطفال لمستويات عالية فى القوة والقدرة والمهارة غير ممكن إذا لم يصل الطفل إلى النضج الطبيعى، حيث لم تكتمل بعد عملية الميولين Myelination لكثير من الأعصاب الحركية حتى مرحلة البلوغ الجنسى؛ ولذلك يصبح التحكم الطبيعى فى خصائص العضلات محددا قبل هذه المرحلة.

وظائف الجهاز التنفسى

تتغير وظائف الرئتين بشكل واضح مع النمو، حيث تزيد الأحجام الرئوية حتى تكتمل عملية النمو، وتزيد التهوية الرئوية القصوى مع زيادة النمو، وبنفس الطريقة تنمو الوظائف الرئوية لدى البنات ولكن الأحجام الرئوية المطلقة تظل أقل من الأولاد نظرا لصغر حجم أجسامهن.

الجهاز الدورى

تحدث تغيرات عديدة فى الجهاز الدورى، سواء عند أداء الحمل البدنى الأقل من الأقصى أو الأقصى.

الحمل البدنى الأقل من الأقصى

يقل ضغط الدم لدى الأطفال مقارنة بالكبار

فى الراحة أو أثناء أداء الحمل البدنى الأقل من الأقصى، ويتدرج ضغط الدم فى الزيادة حتى يصل إلى مستوى ضغط الدم لدى الكبار فى نهاية مرحلة المراهقة، كما يرتبط ضغط الدم مباشرة بحجم الجسم، ويتميز الأطفال بزيادة سريان الدم إلى العضلات العاملة مقارنة بالكبار، ويرجع سبب ذلك إلى انخفاض مستوى المقاومة الطرفية لسريان الدم فى الأوعية الدموية.

وبالنسبة للدفع القلبى فإن صغر حجم القلب وحجم الدم الكلى لدى الأطفال يؤدى إلى انخفاض حجم الضربة، سواء أثناء الراحة أو أثناء التدريب مقارنة بالكبار ويعوض ذلك لدى الأطفال بزيادة معدل ضربات القلب ومع زيادة نمو الطفل يزيد حجم القلب وحجم الدم مع زيادة حجم الجسم، وبالتالى يزيد حجم الضربة ويساعد على تعويض نقص الدفع القلبى لدى الأطفال مقارنة بالكبار زيادة فرق الأكسچين الشريانى الوريدى نتيجة زيادة سريان الدم إلى العضلات العاملة؛ ولذلك تصل نسبة مئوية أكبر من الدفع القلبى إلى العضلات العاملة.

الحمل الأقصى

يزيد معدل القلب الأقصى لدى الأطفال أكثر من الكبار ولكن يقل تدريجيا مع زيادة عمر الطفل، فمثلا معدل القلب الأقصى لدى الطفل فى عمر ١٠ سنوات يزيد عن ٢١٠ ضربة / دقيقة، بينما يكون معدل القلب الأقصى فى عمر ٢٠ سنة ١٩٥ ضربة/ دقيقة، وتشير نتائج الدراسات المقطعية إلى أن معدل القلب الأقصى ينقص سنويا بمقدار ضربة واحدة/ دقيقة لكل سنة، بينما أثبتت نتائج الدراسات الطويلة أن هذا النقص يكون بمعدل ٠,٥ ضربة/ دقيقة لكل سنة، وبالطبع فإن الدراسات الطويلة التى تتبع نفس الأفراد على مدى سنوات تعتبر نتائجها أكثر دقة.

وكما يلاحظ عند أداء الحمل الأقل من الأقصى فإن حجم القلب يرتبط مباشرة بحجم الجسم، ونظرا لصغر حجم القلب لدى الأطفال مقارنة بالكبار يكون حجم الضربة أقل، وبالتالى يكون الدفع القلبى أقل، ولكن نظرا لصغر حجم الجسم لدى الطفل يجعله يحتاج إلى أكسچين أقل مقارنة بالكبار.

السعة الهوائية

يصل الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين إلى القمة فى خلال المرحلة السنية من ١٧-٢١ سنة للذكور، ومن ١٢-١٥ سنة للإناث ثم يبدأ يقل تدريجيا بعد ذلك، وعند دراسة الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين النسبى نسبة إلى وزن الجسم، فنلاحظ أنه يظل فى حالة هضبة من عمر ٦ إلى ٢٥ سنة ثم يبدأ فى الانخفاض بعد ذلك وفى البنات يكون الانخفاض قليلا فى عمر ٦- ١٢ سنة ثم يبدأ فى زيادة الانخفاض فى عمر ١٣ سنة، ولكن بصفة عامة فإن الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين النسبى لا يعبر فى مرحلة الطفولة عن السعة الهوائية لدى الأطفال بدقة ولا يعكس مدى التقدم فى مستوى سعة الأداء التحملى التى تلاحظ خلال هذه المرحلة، وهنا يجب مراعاة هذه الظاهرة لدى اختبارات الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين لدى الناشئين وربط نتائج ذلك بنتائج التحمل الهوائى الذى قد يأتى بنتائج غير متوقعة، ولكن الطفل الأقل فى مستوى فى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين

يكون أيضا أقل فى أداء أنشطة التحمل التى تعتمد على مقاومة وزن الجسم عند الأداء الحركى مثل جرى المسافات الطويلة؛ ولذلك لا يلاحظ تحقيق بطولات أخرى فى المسافات الطويلة بواسطة أمثال هؤلاء على العكس فى السباحة، حيث وزن الجسم لا يشكل مقاومة للسباح؛ ولذلك يلاحظ أن سباحى ١٥٠٠ متر هم أصغر السباحين سنا، وعموما فإن هذه النقطة تحتاج من الباحثين إلى دراسة مقارنة بين علاقة الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين فى السباحة والجرى.

السعة اللاهوائية

يقل مستوى السعة اللاهوائية لدى الأطفال، ويرجع ذلك إلى عدة أسباب :

* لا يستطيع الأطفال الوصول إلى نسبة تركيز حامض اللاكتيك التى يصل إليها الكبار أثناء أداء الأحمال ذات الشدة القصوى، ويرجع ذلك إلى انخفاض سعة الجلكزة اللاهوائية (تكسير الجليكوجين لتوليد الطاقة فى غياب الأكسچين) وهذا الانخفاض فى سعة الجلكزة يرجع إلى انخفاض نشاط إنزيم فسفو فركتو كينيز Phosphofructokinase وهو الإنزيم المسئول عن تفاعلات الجلكزة اللاهوائية.

* العتبة الفارقة اللاهوائية أو عتبة اللاكتات Threshold Lactate كما يعبر عنها بنسبة مئوية من الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين لا تعتبر عاملا معوقا لدى الأطفال.

* لا يستطيع الأطفال الوصول إلى مستويات مرتفعة لنسب التبادل التنفسى Respiratory Ratios Exchange أثناء الحمل الأقصى، وعادة تصل نسبة التبادل التنفسى الأقصى لدى الأطفال فوق ١,١٠ وتصل أحيانا أقل من ١,٠٠ و لكن نسب الكبار عادة ما تكون أكثر من ١,١٠ وغالبا ما تكون أزيد من ١,١٥، وهذا يشير على قلة إنتاج ثانى أكسيد الكربون لدى الأطفال بالنسبة لنفس الأكسچين المستهلكين، هذا يعتبر دليلا على قلة المنظمات الحيوية للتعامل مع اللاكتات.

* وتشير نتائج اختبار وينجت Wingate (أقصى جهد لمدة ٣٠ ثانية على جهاز الدراجة الأرجومترية) إلى انخفاض مستوى متوسط القدرة اللاهوائية والحد الأقصى لها أيضا مقارنة بالكبار.

تحمل ضغط الحرارة

يعتبر الأطفال أكثر قابلية لإصابات وأمراض الحرارة والبرودة مقارنة بالكبار، وتقل كفاءة الأطفال للتدريب عند زيادة حرارة الجو، ويرجع ذلك إلى قلة تخلص الأطفال من الحرارة عن طريق البخر، حيث يفقد الأطفال الحرارة بدرجة أكثر من خلال عمليات تيارات الحمل والإشعاع والتى تزداد من خلال زيادة اتساع الأوعية الدموية الطرفية، وبمقارنة الأطفال بالكبار نجد أن مساحة السطح الخارجة للجسم لدى الأطفال تعتبر أكبر نسبة إلى كتلة الجسم، وهذا يعنى أن لديهم مساحة جلد أكبر لإحداث عملية فقد أو اكتساب الحرارة نسبة لكل كيلوجرام من وزن الجسم.

ففى الجو البارد يفقد الطفل الحرارة أكثر من خلال الإشعاع وتيارات الحمل والتوصيل وعند زيادة ارتفاع درجة الحرارة يكتسب الجلد الحرارة درجة أكبر من البيئة، وهذه ليست ميزة وبطبيعة الحال فإن الطفل أقل معدل للعرق، وهذا بالتالى ينعكس على فقد الحرارة من خلال البخر، حيث

تقوم الغدد العرقية بتكوين العرق بمعدل بطيء كما أنها أقل حساسية لزيادة درجة حرارة الجسم من الخارج مقارنة بالكبار، كما أن عملية الأقلمة للتدريب فى الجو الحار لدى الأطفال منها لدى الكبار أبطأ وتعتبر خاصية سريعة.

تدريب الأطفال والمراهقين

يجب مراعاة أن الطفل لا يعتبر شخصا كبيرا بالغا، فالطفل يختلف فسيولوچيا عن الشخص البالغ ويجب اعتباره كذلك، غير أن التدريب يمكن أن ينمى لدى الطفل كل من القوة والسعة الهوائية واللاهوائية، ويمكن للطفل أن يتكيف بدرجة جيدة بنفس نظام تدريب البالغين، ولكن يجب عند تصميم برامج التدريب لتحقيق ذلك مراعاة عوامل النمو المختلفة المصاحبة لكل مرحلة سنية.

تدريب القوة

ظلت مشكلة تدريب المقاومة لزيادة القوة العضلية والتحمل فى مرحلة قبل البلوغ ومرحلة المراهقة تثير كثيرا من الجدل والخلافات، وقد منع البنون والبنات من استخدام الأثقال خوفا من الإصابة أو إيقاف عملية النمو، كما ذهب بعض العلماء إلى التفكير بأنه لن يكون هناك تأثير لتدريبات الأثقال على عضلات البنين فى مرحلة ما قبل البلوغ، نظرا لانخفاض مستوى منشط الذكورة Androgens خلال هذه المرحلة السنية.

وقد أثبتت دراسات كل من Kraemer and Fleck ١٩٩٣ أن خطورة الإصابة تعتبر قليلة جدا بل على العكس من ذلك، فإن تدريب المقاومة يمكن أن يكسب الطفل وقاية ضد الإصابة، وقد أثبتت كثير من الدراسات العلمية إمكانية تحسن القوة العضلية تحت تأثير التدريب بالمقارنة، وللإجابة على: كيف تحدث هذه الزيادة فى القوة العضلية ؟ وجد أن هناك ثلاثة أسباب هى :

١- تحسن توافق المهارة الحركية.

٢- زيادة تنشيط الوحدات الحركية.

٣- تكيفات عصبية غير محددة.

وهكذا تنمو القوة العضلية لدى الأطفال قبل مرحلة المراهقة بواسطة تدريب المقاومة نتيجة للعوامل العصبية مع زيادة قليلة أو عدم الزيادة فى حجم العضلة.

جدول (٧٢)

دليل تمرينات المقاومة المتدرج للأطفال

عن: Kramer and Fleck 1993,

العمر (سنوات)	الإرشـــــادات
٧ سنوات وأقل	تمرينات أساسية بأشكال خفيفة أو بدون - ويمكن مع التدرج من استخدام ثقل الجسم وتمرينات الزميل وتمرينات المقاومة الخفيفة مع بقاء الحجم منخفضا.
٨-١٠ سنوات	زيادة عدد التمرينات تدريجيا - تعليم الأداء الفنى للأداء - استخدام تمرينات بسيطة - زيادة حجم التمرين تدريجيا - التحكم بدقة فى ضغط التمرين على الناشئ.
١١-١٣ سنة	تعليم طرق الأداء السليمة للتمرينات - الاستمرار فى التدرج تحمل التدريب لكل تمرين - التركيز على الأداء الفنى للتمرينات - زيادة التدرج فى التمرينات بمقاومة خفيفة أو بدون مقاومة.
١٤-١٥ سنة	التدرج إلى برامج أكثر تقدما لتمرينات المقاومة فى اتجاه برامج تدريب الشباب - إضافة مكونات الأداء الرياضى التخصصى - التركيز على النواحى الفنية - زيادة الحجم.
١٦ سنة فيما فوق	الانتقال بالطفل إلى مستوى برامج البالغين بعد اكتسابه المعارف المناسبة والوصول إلى الخبرة الملائمة.

التدريب الهوائى واللاهوائى

التدريب الهوائى:

كان هناك خلاف حول فائدة التدريب الهوائى للأولاد والبنات بالنسبة للجهاز الدورى التنفسى، حيث لوحظ إمكانية تطوير التحمل لدى الأطفال وما قبل البلوغ بالرغم من عدم تغير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين، وأن التدريب لم يؤد إلى حدوث تغيرات فى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين.

وأثبتت الدراسات الحديثة حدوث تطور قليل فى السعة الهوائية نتيجة التدريب فى مرحلة ما قبل المنافسة، غير أن هذا التطور كان أقل من البالغين ولم يعرف سبب ذلك حتى الآن، وإن كان البعض يرجع ذلك إلى صغر حجم الضربة لذلك فمن المتوقع أن تكون زيادة الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين تحت تأثير التدريب بعد البلوغ تؤدى إلى زيادة نمو عضلة القلب.

التدريب اللاهوائى:

تؤدى التمرينات اللاهوائية إلى زيادة السعة اللاهوائية لدى الأطفال حيث:

١- تزيد مستويات الفوسفوكرياتين و ATP فى الراحة والجليكوچين Phosphosfructokinase.

٢- زيادة نشاط إنزيم فوسفوفركتوكينيز.

٣- زيادة مستويات الحد الأقصى للاكتات فى الدم.

٤- زيادة العتبة الفارقة للاكتات.

ويؤدى التدريب المنتظم إلى نقص دهون الجسم وزيادة الكتلة الخالية من الدهون وكتلة الجسم الكلية، ولا تتأثر عملية البلوغ بالتدريب.

علاقة مراحل النمو باللياقة البدنية

قدم كل من زوجرز وروبرتس Robergs and Roberts نموذجا للعلاقة بين مراحل النمو واللياقة البدنية نستعرضها فيما يلى :

المرحلة من ١-٣ سنوات

تعتمد سرعة معدل النمو على الطفل ذاته ولكنها يجب أن تكون فى إطار جداول النمو الطبيعى.

الأهداف الرئيسية

يجب أن يصل وزن الطفل مع العام الثانى إلى ٢٦-٢٨ رطلا وطول القامة ٣٢-٣٣ بوصة، وبعد ٢,٥ سنة يجب أن يصل الطفل إلى أربعة أضعاف وزنه عند الولادة.

العلامات الحيوية

- يجب أن يتراوح معدل النبض ما بين ٨٠-١٢٠ نبضة فى الدقيقة.
- يبلغ معدل التنفس ما بين ٢٠-٤٠ مرة/ دقيقة.
- تكون درجة حرارة الجسم فى المدى الطبيعى حول ٩٨,٨ فهرنهيت.
- يحتاج الطفل إلى ١٣٠٠ سعر حرارى فى اليوم بناء على طول الجسم ووزنه وبنائه.
- تكتمل أسنان الطفل فى عمر ٣ سنوات.
- ينام الطفل خلال الليل وقد يحتاج إلى القيلولة لمدة ساعة خلال النهار.
- عامة يكون لدى الطفل انحناء قطنى مبالغ فيه مع المشى باتساع القدمين.

الأنشطة المناسبة للعمر

يكون لدى الطفل فى هذه المرحلة حيث الاستطلاع بدرجة كبيرة، فهو يريد أن يلمس ويمسك ويشعر بشىء يراه، ويزيد التوافق العضلى ويميل الطفل إلى التسلق لأعلى وليس لأسفل، ويمكن للطفل أن يثبت فى مكانه ويمكن للطفل أن يمسك المكعبات والأكواب وغيرها باليدين، وعند بلوغ الطفل لعمر ٢-٣ سنوات يجب أن يكون قادرا على ركل الكرة ويبدأ فى قيادة الدراجة ذات العجلات الثلاث ويبدأ أنشطة المرجحات.

يجب تشجيع الطفل على العادات الغذائية الجيدة مثل تناول الفواكه والخضروات والماء، ولا يجب دفع الطفل إلى أنشطة بدنية تفوق مرحلته السنية، وعلى سبيل المثال يتدرج الطفل فى البداية من الزحف إلى الوقوف ثم المشى، ويؤدى استعجال مراحل النمو الطبيعى إلى نقص النضج الضرورى خلال هذه المرحلة، ويجب تغير الأنشطة البدنية نظرا لقصر فترة تركيز الطفل ويتمتع الطفل بالموسيقى والإيقاع والأدوات الخاصة بهما؛ لذلك يحسن استخدامها مع النشاط البدنى.

المرحلة ٣-٦ سنوات (ماقبل المدرسة)

حقائق النمو

تستمر عملية النمو بطريقة فردية، ويصبح طول الجسم ضعف طوله أثناء الولادة عند بلوغ الرابعة.

علامات حيوية

- يتراوح معدل النبض ما بين ٨٠-١٢٠ نبضة/ دقيقة.
- يتراوح معدل التنفس ما بين ٢٣-٣٠ مرة/ دقيقة.
- يجب أن تكون درجة حرارة الجسم عادية حول ٩٨,٦ فهرنهيت بناء على العمر والطول وبناء الجسم ومستوى نشاط الفرد.
- ينام الطفل من ٩-١٢ ساعة ليلا وقد لا يحتاج إلى القيلولة.

- يبدأ التحكم الدقيق فى المهارات الحركية خلال هذه المرحلة.
- يصبح الطفل نحيفا ويبدأ اختفاء بروز البطن وتتغير نسب أجزاء الجسم حيث تنمو الرجلان بشكل سريع.
- يصبح القوام أكثر انتصابا.
- تنمو مقدرة الخطو الواسع فى المشى مثل البالغين.
- يمكن للطفل الجرى والحجل والوثب.
- يمكن للطفل أن يرمى الكرة من فوق رأسه مع المزيد من التحكم وزيادة الدقة.
- يمكن للطفل تعلم السباحة.

الأنشطة المساعدة على اللياقة

يجب تشجيع الأطفال على العادات الغذائية المناسبة بواسطة الوالدين، وتشجيعه على المشاركة فى الأنشطة التى تقوى العضلات والتوافق وتشمل قيادة الدراجات ثلاثية الانزلاق والجرى والحجل والوثب، ويجب تشجيع تنمية الطرف العلوى من خلال الأنشطة البدنية التى تتطلب الرمى والرفع والسباحة، ويمكن أن يشارك الطفل فى هذه الأنشطة مع الوالدين أو الآخرين وتشمل الجرى لمسافات قصيرة والمشى لمسافات قصيرة.

مرحلة ٦-١٢ سنة (مرحلة المدرسة)

يستمر النمو البدنى مع زيادة الوزن بمتوسط ٥-٧ أرطال كل سنة ويزيد طول القامة ٣ بوصة كل سنة، ولكن قد يحدث النمو بشكل مفاجئ.

علامات حيوية

- يتراوح معدل النبض من ٧٠-١٢٠ نبضة/ دقيقة.

- يتراوح معدل التنفس من ١٨-٣٠ مرة/ دقيقة.
- تنخفض درجة حرارة الجسم لتصبح فى حدود المدى الطبيعى للبالغين.
- يجب أن يتراوح ضغط الدم ما بين ١٠٠-١١٠/ ٦٠ثم ٧٠ مم زئبق.
- تبلغ الحاجة إلى السعرات الحرارية ٢٠٠٠-٢٤٠٠ سعر/ يوم بناء على العمر والطول وبناء الجسم ومستويات النشاط.
- النوم من ٨-١٢ ساعة ليلا.
- تنمو مقدرة الطفل على إتقان أداء النشاط الحركى.

تنمية اللياقة الخاصة

- تزيد القوة والمقدرة البدائية والتوافق.
- يكتمل توافق العين واليد عند عمر ٩ سنوات.
- يتعلم الطفل العمل مع الجماعة للوصول إلى أهداف بدنية (ألعاب الفرق).
- يتفوق البنين على البنات فى عمر ١٢ سنة فى القوة والتحمل والرشاقة.
- مع عمر ١٢ سنة تتفوق البنات على البنين فى المرونة والحركات الرشيقة.
- مستوى طاقة عال.
- يتحسن التوازن والإيقاع.
- تبلغ المهارات الحركية مستوى البالغين.
- يتأثر الطفل بقدراته البدنية واهتماماته وبناء على ردود أفعال المحيطين.
- يبدأ الطفل أو الطفلة الاهتمام لنمو جسمه.

الأنشطة المساعدة على اللياقة

تعليم الطفل أهمية الغذاء والماء المناسب والتغذية الصحية والمقدرة على التنافس بنجاح خلال الأنشطة البدنية التى يمكن للطفل أن يحقق فيها النجاح والتى يحبها، ويتم التركيز على تنمية الأنشطة الهوائية والقوة والتحمل.

مرحلة ١٢-٢٠ سنة (المراهقة)

يستمر النمو البدنى حتى الوصول إلى مرحلة البالغين فى عمر ١٧-٢٠ سنة ويزيد طول ووزن الجسم لكل من البنين والبنات.

العلامات الحيوية

- معدل النبض من ٥٠-١٠٠ نبض/ دقيقة يصل التنفس من ١٥-٢٤ مرة/ دقيقة.
- تكون درجة الحرارة كما لدى البالغين.
- ضغط الدم يكون منذ ١١٠-١٢٠ / ٦٠ إلى ٨٠ مم زئبق.
- تحدد السعرات المطلوبة تبعا لبناء الجسم ومستوى النشاط والعمر، وتكون للبنات من ١٥٠٠ سعر إلى ٣٠٠٠ سعر، وللبنين من ٢٠٠٠ سعر إلى ٣٧٠٠ سعر فى اليوم.
- تنمو الخصائص المرتبطة بالجنس يتطلب النمو والتغيرات الهرمونية زيادة تناول البروتين والكالسيوم والحديد والزنك

تنمية اللياقة المرتبطة بالنمو

- يظهر لدى البنين زيادة فى عرض الكتفين ومعدل التمثيل الغذائى القاعدى ونمو العظام.

- يظهر نمو العظام لدى البنات ومعدل التمثيل الغذائى القاعدى وتخزين الدهون فى الصدر والأرداف والمقعدة ويزداد عرض الحوض.

- تتأثر الأنشطة البدنية بضغوط المحيطين بالطفل.

أنشطة مساعدة للياقة البدنية

ترتبط الأنشطة البدنية بالموسيقى والملابس والتشجيع والتغذية المناسبة، ويرغب الشباب فى الاندماج فى الأنشطة التى تنمى العضلات والتوافق.

تمرينات المقاومة للأطفال

هناك جدل كبير بين المدربين حول استخدام أنشطة خاصة لتنمية القوة خلال فترة ما قبل البلوغ، والنظرة التقليدية ترى أن تدريبات المقاومة أثناء الطفولة تعتبر غير فعالة بل وضارة، وعلى الجانب الآخر منذ عدة سنوات قام المدربون من أنشطة رياضية مختلفة بتنظيم برامج تؤدى إلى إحداث ضغط ميكانيكى على الجهاز العضلى العظمى خلال فترة ما قبل البلوغ. وقد لاحظ المدربون أن استخدام حمل مقنن ومتدرج يمكن أن يكون مفيدا لتحسين الأداء، وأفضل مثال على ذلك فى رياضة الجمباز، حيث يتدرب الرياضيون باستخدام قدرة عضلية عالية المستوى ويستخدمون أحمالا ثقيلة على العضلات والعظام والأنسجة الضامة سواء فى عمليات التعليم أو أداء مهارات خاصة.

وخلال السنوات الحالية زادت كثافة دراسة تدريبات القوة لدى الأطفال قبل سن البلوغ بواسطة العلماء، وهذا قد أظهر نوعا من التحدى للأوضاع التقليدية. وسنحاول هنا إلقاء الضوء حول هذا الموضوع فى مناقشة ما يلى :

* إيجاد نظرة علمية على بعض الدلائل التقليدية المضادة لاستخدام تدريبات القوة خلال مرحلة ما قبل المراهقة.
* تقديم وجهة نظر بعض الدلائل التقليدية فى المراجع العلمية المضادة لتدريبات الفقرة خلال مرحلة ما قبل المراهقة.
* إمداد المدربين بالمعلومات الأساسية للاسترشاد بها عن تنمية القوة لمرحلة ما قبل البلوغ.

يعرف المؤلفون تدريب القوة أو المقاومة بأنه برنامج للتدريبات المنظمة الذى يستخدم طريقة أو مجموعة طرق للتدريب وأجهزة (الأثقال الحرة - آلات التدريب الهوائية والمائية Pneumatic and hydraulic Machines - ثقل الجسم) بهدف زيادة القوة العضلية وهذا يختلف تماما ويعتبر نشاطا منفصلا عن رياضة رفع الأثقال(*).

تتحدد زيادة القوة إما بواسطة تحسن أداء اختبارات اللياقة بالقوة أو بزيادة سعة رفع الأثقال (مثال رفع كثير من الأوزان أو نفس الوزن بعدد تكرارات أكثر) أو بواسطة زيادة الجهد الذى يقاس بأجهزة خاصة.

الدلائل التقليدية المعتادة لتدريبات المقاومة أثناء مرحلة ما قبل البلوغ

أصبح من المعروف فى المراجع العلمية التأثيرات الإيجابية والفوائد والخطورة لتدريبات

(*) للمزيد حول هذا الموضوع يرجع إلى كتاب «التدريب الرياضى - الأسس الفسيولوجية»، تأليف أبو العلا أحمد عبد الفتاح - دار الفكر العربى.

القوة للبالغين، غير أن المعلومات المرتبطة بهذه التدريبات بالنسبة لغير البالغين ما زالت قليلة نسبيا، غير أنه بناء على عدد الدراسات المحدود فإن هناك بعض التوصيات التقليدية فى مراجع التدريب توصى بتجنب تدريبات الأثقال أثناء فترة ما قبل البلوغ بناء على أن اكتساب القوة لا يمكن حدوثه قبل البلوغ وإن ذلك يمكن أن يكون ضارا للأطفال.

أصبح من الثابت علميا أن النمو Growth هو العامل الأساسى المسئول عن زيادة القوة خلال مرحلة الطفولة وأن القوة تتحسن بشكل طبيعى وبنفس المستوى لدى كل من البنين والبنات خلال هذه الفترة (Shephard,١٩٨٢) وبناء على ذلك فإن القوة المكتسبة كنتيجة للتدريب لا تعتبر غالبا ممكنة الحدوث حتى تحدث التغيرات الهرمونية المصاحبة للبلوغ، وبمعنى آخر أن اكتساب القوة يكون مصاحبا لزيادة حجم العضلة Hypertrophy ونظرا لأن التضخم العضلى لدى الأطفال يعتبر محدودا وبذلك تصبح الفائدة من تمرينات القوة خلال مرحلة ما قبل البلوغ موضع تساؤل؟ وقد أكدت ذلك الدراسات المبكرة التى أجريت خلال الستينيات والسبعينيات (١٩٧٨ Kristen ١٩٦٣ ; Vrijens) وكذلك الدراسات الأكثر حداثة (Docherty. et al.,١٩٧٨) لم تقرر زيادة القوة كنتيجة للتدريب فى مرحلة ما قبل البلوغ وبصرف النظر عن حقيقة أن القانون الوحيد الذى استخدم فى هذه الدراسات هو استخدام أحمال معتدلة، فقد أثبتت هذه الدراسات عدم حدوث تأثير لتمرينات المقاومة للأثقال.

بناء على القياسات الأولى لإبعاد عضلة القلب Cardiac Dimensions للكبار (Chignon et al. ١٩٧٥ ، morganroth et al.,) فقد اتضح أن استخدام أحمال عالية تحتوى على تمرينات مقاومة قد تكون ضارة بفاعلية للنمو الطبيعى للجهاز الدورى التنفسى للأطفال، وأكثر تخصصا كان من المعتقد أن فترات دوام التمرينات العالية الشدة والقصيرة قد تؤدى إلى زيادة سمك جدار البطين الأيسر وتقلل تجويف القلب Cardiac Cavity، غير أن المراجع العلمية أعطت أدلة قوية على عدم حدوث ذلك (١٩٩٤ Perreault et al.,).

كما أن هناك خطورة الإصابة والمشكلات المرتبطة بالنمو التى قد تنتج عن الضغوط التى تقع على الجهاز العضلى العظمى لمرحلة ما قبل البلوغ تم أيضا التركيز عليها بشدة فى المراجع وخاصة حساسية تركيبات المفصل وصفائح النمو Growth Plates للعظام الطويلة (Shephard, ١٩٨٢ , Israel, ١٩٩٣).

عند تخطيط برامج التدريب الرياضية للأطفال يواجه كثير من المدربين كثيرا من الأسئلة مثل :

* هل هناك فوائد على المدى القصير والطويل للأداء يمكن الحصول عليها من تدريبات المقاومة أثناء مرحلة ما قبل البلوغ ؟
* هل تعادل هذه الفوائد ما يمكن التعرض له من خطورة ؟

يمكن اكتساب القوة فى مرحلة ما قبل البلوغ

كما ذكر سابقا كان من المقبول أن تمريات المقاومة قبل البلوغ قد تكون فعالة فى زيادة القوة للأطفال خلال مرحلة ما قبل المراهقة. وقد اتضح

أن الأطفال يتساوون إذا لمْ يكونوا أكثر قابلية للتدريب فى نسبة التقدم من المراهقين والشباب، وقد اتضح أن مرحلة ما قبل المراهقة تزداد خلالها قابلية التدريب بالنسبة للقوة المطلقة Absolute Strength.

وضع Kramer and Fleck مجموعات التوصيات التالية :

- ٢-٣ مرات فى الأسبوع .
- فترة تدريبات القوة بالجرعة لا تزيد عن ٣٠ دقيقة.
- تتكون كل مجموعة من ١-٣ مجموعات.
- زيادة الشدة تدريجيا جدا (١-٥,١ كيلوجرام) عندما يصل الطفل إلى القدرة على تكرار ١٥ مرة مع الاحتفاظ بالأداء الجيد.

تأثير القوة على الأداء

هل يمكن للقوة أن تحسن الأداء وتسهل الأداء المهارى فى مرحلة ما قبل المراهقين؟

مثال: القوة النسبية الكبيرة يمكن أن تساعد الرياضى الصغير عندما يتطلب الأمر الأداء ضد مقاومة، وهذا مطلب أساسى لمعظم الرياضيات، ولازالت المعلومات العلمية عن تأثير القوة على الأداء فى مرحلة ما قبل المراهقة نادرة، وتوجد دراستان شملتا سباحين صغار ولكن النتائج لم تكن حاسمة (Blanksby, Ainsworrh, ١٩٧٠ and Gregor, ١٩٨١) أفضل النتائج ظهرت فى الحركة العمودية كنتيجة للتدريب. Nielsen et al ١٩٨٠، Weltman et al. ١٩٨٦ اقترحا تطورا فى اللياقة الحركية Motor Fitness ولكن ليس من المعروف حتى الآن هل هذا التقدم باستخدام هذه الاختبارات يمكن أن ينعكس على الأداء فى الحركات الرياضية الأكثر تعقيدا أم لا ؟

تأثيرات تدريبات الأثقال على لياقة الجهاز الدورى التنفسى Fitness Cardiorespiratory خلال مرحلة الطفولة Chilhood اتضح أنها تعتمد على طبيعة البرنامج التدريبى، وبناء على المعلومات المتاحة المحدودة أن تأثير تدريبات المقاومة المتحركة لها تأثير قليل على الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين المطلق (ل/ق) والنسبى l/kg/min خلال مرحلة ما قبل المراهقة (١٩٨٠ Mc Govern, ١٩٨٤ ,Blimkie).

برنامج التدريب قصير المدى (أقل من ٢٠ أسبوع) لتمرينات المقاومة لم يحدث أى تأثير سلبى على النمو الطبيعى للياقة الجهاز الدورى التنفسى خلال مرحلة ما قبل المراهقة.

وهناك بعض الدلائل على أن استخدام برامج التدريب بالمقاومة باستخدام أجهزة الأيزوكنيتك والهدروليك Hydrolic أو Isokinetic وتبادل انقباض العضلات الأساسية والمقابلة قد يؤدى إلى تحسين القوة والحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين Vo_2max فى مرحلة ما قبل المراهقين (Weltman et al. ١٩٨٠).

لا يوجد تأثير لتمرينات القوة على تركيب الجسم (يشبه الدهن ونسبة كتلة الجسم بدون الدهن Compsition (Body fat and lean b. by mass) قبل المراهقة.

ميكانيكية اكتساب القوة خلال مرحلة ما قبل المراهقة

تشير نتائج بعض الدراسات أن تدريبات الأثقال أثناء فترة المراهقين يمكن أن تؤدى إلى تحسين مساحة المقطع العرضى للعضلة Relative Strength Cross-Sectional Muscle

area بالرغم من عدم ظهور أى زيادة فى حجم العضلة على القياس المدروس، وفى الحقيقة أن العضلة الهيكلية غير مؤهلة للتضخم Hypertrophy فى غياب درجة عالية من الأندروجين Androgens، وهذا أحد الدلائل القوية التى كانت فى الماضى تثبت عدم صلة تدريبات المقاومة بالموضوع قبل المراهقة، ونظرا لعدم ملاحظة التضخم فى الأطفال استنتج أنه لا يمكن تحقيق اكتساب القوة، ولكن هذه البيانات تؤكد على أن حجم العضلة وحده يمكن أن يكون مسئولا عن الفروق الفردية فى القوة والآن أصبح معروفا أن زيادة القوة تأتى من ناحية زيادة حجم العضلة والتكيف العصبى الحركى Neuro - motor adaptations.

يظهر التكيف العصبى Neural Adapt فى زيادة عدد الوحدات الحركية Motor units التى تعمل فى تزامن موحد Simultaneously الأعلى تردد أو اشتعال Firing وقلة الإشارات المثبطة Inhibitory Signals على الخلية العصبية الحركية Motor neurons من الجهاز العصبى المركزى. لوحظ تحسن تنشيط الوحدات الحركية فى الكبار كما فى الأطفال بعد تدريبات المقاومة وخاصة فى خلال المراحل الأولى للبرنامج (Ozmun et al. ١٩٩٤، Blmkie et al ١٩٨٩، Ramsay et al. ١٩٩٠).

يعتبر تحسن توافق الحركة Movement Coordination عاملا آخر هاما يؤثر فى اكتساب القوة فى مرحلة ما قبل المراهقة وخاصة فى التمرينات الأكثر تركيبا مثل ثنى الذراع Arm Curl وضغط الرجل Leg Press .

توجد دلائل قليلة عن الاحتفاظ بالقوة المكتسبة للأطفال حيث إن تدريبات القوة تؤدى إلى زيادة اكتساب القوة فى مرحلة ما قبل المراهقة؛ ولهذا أهميته بالنسبة للأعمار الأكبر وبصفة عامة، فإن المعلومات المتوافرة تفيد بأن العكس يحدث بالنسبة للكبار حيث لا تكفى جرعة تدريب واحدة أسبوعيا للحفاظ على القوة المكتسبة، وسبب ذلك غير معروف ولكن يمكن تفسيره بنقص التضخم العضلى الملاحظ للأطفال ونقص تنشيط الوحدات الحركية الناتج عن تقليل مثيرات التدريبات.

تدريبات الأثقال وخطورة الإصابات

يعتبر السبب الهام المؤثر فى تدريب القوة خلال فترة ما قبل المراهقة هو خطورة الإصابة أو مشكلات النمو الناتجة عن حساسية تركيب المفصل ومناطق النمو للعظام خلال الطفولة، وقد أصبح واضحا أن استخدام المقاومات الثقيلة ليست هى وحدها النشاط الوحيد الذى يسبب ضغطا على الجهاز العضلى العظمى فى مرحلة ما قبل المراهقة، فقد سجلت إصابات فى أنشطة أخرى مثل الكرة والسباحة والتنس عند تعرض الرياضيين الناشئين إلى أداء أحمال تدريبية مركزة (Wilmor ١٩٩٤ and Costin,).

وبصفة عامة، فإن الإشراف على أداء التمرينات يمكن أن يجنب الكثير من الإصابات، وقد قلت نسبة إصابة الكسور وتلف صفائح النمو بعد الإشراف الجيد على التمرينات، وقد اتضح أن معظم حالات الإصابات التى حدثت للناشئين (١٠-١٩) سنة جاءت كنتيجة لحوادث فى المنزل وليس نتيجة تدريب الأثقال تحت الإشراف أو

منافسات رفع الأثقال، وقد استنتج أيضا أنه لا توجد زيادة فى خطورة الإصابة فى مرحلة ما قبل المنافسة فى البرامج التدريبية إذا ما تمت تحت الإشراف والتوجيه، وبصفة عامة لا يوصى بتمرينات رفع الأثقال أو كمال الأجسام للأطفال بناء على توصيات (American Acadmy of Pediatrics، ١٩٩٠). خلال فعاليات مؤتمر عن تدريب القوة فى مرحلة ما قبل المراهقة ١٩٨٨، ولا يوافق هذا الرأى خبراء رفع الأثقال الذين يعتقدون أنه لا توجد خطورة ما دام التدريب تحت الإشراف.

بناء على ذلك اتضح أن تدريب القوة العام ليس نشاطا خطرا على الأطفال فى مرحلة ما قبل المراهقة، إذا ما تم الإشراف الجيد والتدرج الجيد وعلى العكس يمكن لبرنامج تمرينات المقاومة المقنن أن يقى من الإصابات نتيجة تقوية العضلات المحيطة بالمفاصل وإن لم يتضح بعد تأثير هذه التمرينات على الأنسجة الضامة مثل الأربطة والأوتار بالرغم من وجود بعض الدلائل على ذلك :

ما زال الموضوع يحتاج إلى المزيد من الدراسات لتحديد مكونات حمل التدريب والتأثيرات طويلة المدى وتأثيرات تدريبات المقاومة على مستوى الأداء وبناء عليه يمكن التوصية بما يلى:

١- يمكن تنمية القوة خلال مرحلة ما قبل المراهقة فى شكل القوة النسبية مقارنة بالبالغين والكبار.

٢- تعتبر الشدة هى المكون الهام من مكونات الحمل التى تحدد تنمية القوة خلال مرحلة ما قبل المراهقة.

٣- ما زالت هناك حاجة لتحديد مكونات حمل التدريب من ناحية عدد التكرارات والمجموعات وعدد مرات التدريب الأسبوعى.

٤- تنمية القوة خلال مرحلة ما قبل المراهقة يمكن أن ترجع أساسا إلى تحسن نشاط الجهاز العصبى العضلى والتوافق الحركى وليس التضخم العضلى.

٥- لايمكن الاحتفاظ بمستوى القوة التى تم تنميتها من خلال التدريب لمرة واحدة أسبوعيا.

٦- التأثير بعيد المدى لتمرينات القوة لا يتداخل مع النمو الطبيعى للياقة الجهاز التنفسى (بدورة التنفس) وقد يؤدى إلى تأثيرات إيجابية تحت ظروف خاصة.

٧- ما زالت العلاقة بين تحسن الأداء الرياضى وتنمية القوة العضلية كنتيجة للتدريب فى مرحلة ما قبل المراهقة تحتاج إلى تحديد، وعامة فإن اللياقة الحركية تزيد.

٨- لا يحدث تغير فى تركيب الجسم (نسبة الدهون ونسبة وزن الجسم الخالى من الدهون) تحت تأثير تدريبات المقاومة.

٩- لا يمكن تجاهل خطورة إصابة الجهاز العضلى العظمى بنتيجة تدريب المقاومة خلال مرحلة ما قبل المراهقة بدون الإشراف السليم.

ما المقصود بتدريب القوة أو المقاومة؟

هو برنامج للتمرينات المنظمة يستخدم طريقة، أو مجموعة طرق للتدريب وأجهزة وأدوات تشمل : الأثقال الحرة وآلات التدريب الهيدراوليك وثقل الجسم - بهدف تنمية القوة العضلية، وهذا يختلف تماما ويعتبر نشاطا منفصلا عن رياضة رفع الأثقال.

ما قبل المراهقة أو الطفولة تعرف بأنها الفترة التى تحوى ما قبل البلوغ والفترة المبكرة للبلوغ وهى فى أعلى درجة لها ١١ سنة للإناث و١٣ سنة للذكور.

دلائل ضد تدريبات القوة قبل البلوغ

* النمو هو العامل الأساسى المسئول عن نمو القوة.
* تتحسن القوة بشكل طبيعى وبنفس المستوى لدى البنين والبنات.
* ترتبط زيادة القوة بزيادة حجم العضلة وهو ما لا يحدث قبل البلوغ.
* أضرار لنمو الجهاز الدورى التنفسى وزيادة سمك جدار البطين الأيسر وتقليل تجويف القلب.
* خطورة الإصابات.
* ضغوط على الجهاز العضلى العظمى.

هل يمكن تنمية القوة فى مرحلة ما قبل البلوغ؟

* تتساوى قابلية التدريب معبرا عنها بالنسبة المئوية لدى الأطفال إذا لم يفوقوا الكبار وهم أقل قابلية للتدريب على القوة المطلقة.
* هل يمكن للقوة أن تحسن الأداء وتسهل الأداء المهارى؟
* تتحسن الوثبة العمودية واللياقة الحركية وغير معروف مدى انعكاس ذلك على أداء الحركات الرياضية الأكثر تعقيدا.

كيف تنمو القوة قبل البلوغ؟

زيادة حجم العضلة Hypertrophy

التكيف العصبى الحركى

Adaptation Neuro - Motor

* زيادة تنشيط الوحدات الحركية.
* تزامن عمل الوحدات الحركية.
* تردد أو اشتعال الوحدات.
* توقف الإشارات المثبطة.
* تحسن التوافق الحركى.

دلائل تأييد تدريب القوة قبل البلوغ

لا تأثيرات سالبة على الجهاز الدورى التنفسى.

لا تأثير على تركيب الجسم.

لا إصابات عند التدريب السليم.

ازداد عدد المشاركات فى الدورات الأولمبية، حيث اقتصرت الدورة الأولمبية الأولى بأثينا ١٨٩٦ على الذكور فقط، بينما شاركت الإناث بالدورة الأولمبية الثانية فى باريس بعدد ١١ مشاركة، وفى دورة برشلونة ١٩٩٢ بلغ عدد المشاركات ٣٠٠٨.

وبتحليل خصائص إعداد الإناث فى مختلف البلدان لوحظ زيادة حجم التدريب إلى الضعف من الستينيات إلى بداية الثمانينيات، وهذا بدوره شكل ضغطا كبيرا على كثير من الرياضيات وتسبب فى قصر عمر البطولة لديهن.

حتى طرق ووسائل التدريب كانت دائما تطبق فى بدايتها على الرجل، فحتى السبعينيات لم يكن مقبولا أن تتدرب المرأة على القوة العضلية، ولم يكن معتقدا أن المرأة يمكنها أن تكتسب عنصر القوة العضلية مثل الرجل؛ نظرا لانخفاض مستوى الهرمونات الذكرية البنائية (أنابوليك سترويد).

يذكر ماجليشيو ١٩٩٣ فى مجال تدريب السباحة أنه لم تبدأ كثير من السيدات والبنات التدريب التنافسى بشدة أحمال تشابه أحمال الرجال حتى السبعينيات، وبمجرد أن بدأ تدريب المرأة بشدة مثل الرجل حدثت طفرة كبيرة فى مستوى الأرقام القياسية للسيدات، وعلى سبيل المثال أصبح زمن سباحة ٨٠٠ متر حرة الذى سجلته المرأة عام ١٩٧٩ أسرع من رقم العالم للرجال لنفس السباق منذ سبع سنوات سابقة، أى عام ١٩٧٢ فهل فعلا هو فارق زمنى ؟

حققت المرأة إنجازات رياضية باهرة بمجرد إتاحة الفرصة لها لتثبيت وجودها بقوة على الساحة الرياضية، ففى أولمبياد مونتريال ١٩٧٦م استطاعت معجزة الجمباز الرومانية نادية كومانشى أن تحقق حدثا عالميا يحدث لأول مرة فى تاريخ الدورات الأولمبية حينما حصلت على الدرجات النهائية فى أجهزة الجمباز المختلفة، وفى الدورة الأولمبية الرابعة عشر فى لندن ١٩٤٨ م ظهر تفوق المرأة فى كثير من المباريات وشاهدت ألعاب لندن أول لاعبة تفوز بأربع ميداليات ذهبية وهى البطلة الهولندية (فإنى بلانكرز) فى سباقات ١٠٠ و ٢٠٠ متر عدو و ٨٠ مترا حواجز وتتابع ٤×١٠٠ ت، وجاءت السباحة الأسترالية شين جولد لتحصل على ٤ ميداليات ذهبية فى السباحة فى دورة طوكيو الأولمبية ١٩٤٨ تلتها الألمانية الشرقية كريستين أوتو (٢٤ سنة) لتحقق لأول مرة ٦ ميداليات ذهبية فى دورة سول الأولمبية ١٩٨٨ وبفارق ميدالية واحدة عن ما حصده الأمريكى (مارك سبيتز) فى السباحة بدورة ميونيخ الأولمبية ١٩٧٢.

اختبارات اللياقة البدنية:

أظهرت نتائج اختبارات الشباب الأمريكى AAHPERD تفوق البنين على البنات خلال جميع المراحل السنية من ١٠-١٧، ويقل الفرق بين كلا الجنسين فقط فى عمر ١٠-١٢ سنة ولكنه يظهر بشكل واضح بعد عمر ١٣ سنة، كما أظهرت الاختبارات أن البنات أكثر نسبة فى دهن الجسم وأكثر مرونة.

أظهرت بعض الدراسات المقارنة ما يلى:

- تمرين الانبطاح المائل وثنى الذراعين قوة الإناث ٤٣٪ من الذكور.
- الوثب الطويل من الثبات الإناث ٨٠٪ من الذكور.
- ٦٠٠ ياردة جرى الإناث ٨٥٪ من الذكور.
- ٢ دقيقة تمرين البطن الإناث ٨٦٪ من الذكور.
- الشد على العقلة الإناث ١٥٪ من الذكور.

القوة العضلية

تظهر الفروق بين الجنسين فى القوة بعد البلوغ حيث يصبح الذكور أقوى من الإناث نتيجة زيادة الكتلة العضلية، ولكن إذا ماتم نسبة القوة العضلية إلى وزن الجسم الخالى من الدهن LBW أو إلى مساحة المقطع العرضى فإن الفرق بين الجنسين لا يوجد، وعامة فإن قوة الإناث بعد عمر ١٦ سنة تصل إلى ثلثى قوة أقرانهن من الذكور.

تنمو القوة عادة مع زيادة حجم العضلة، ونظرا لأن حجم نمو العضلة يرتبط بمستويات هرمون التستوستيرون Testosterone فى البلازما، فإن القوة تزيد أكثر لدى الذكور، ويقل حجم التضخم العضلى لدى الإناث عن الذكور؛ ولذلك فإن زيادة مستوى القوة العضلية لديهن تنمو بدرجة أكثر على حساب العوامل العصبية.

كيف تنمو العضلات لدى لاعبات كمال الأجسام؟

نلاحظ أن بعض الإناث يمارسن رياضة كمال الأجسام وتتضخم عضلاتهن بشكل واضح، ويفسر ذلك بخمسة تفسيرات هى :

١- العامل الچينى (الوراثى) حيث يرثن خاصية نمو الكتلة العضلية وزيادة فى نسبة الألياف العضلية السريعة الأكثر استجابة لتدريبات المقاومة المتدرجة.

٢- استخدام الهرمونات البنائية Anabolic Steroids لزيادة نمو الكتلة العضلية.

٣- استخدام نظم غذائية تقلل الدهون بالجسم فتظهر العضلات بشكل أوضح.

٤- القيام بعمليات إنقاص ماء الجسم Dehydrate قبل المسابقة لدرجة تجعل الجلد مشدودا.

٥- استخدام أسلوب الضخ Pumping up وهى طريقة لتجميع الدم بالعضلات أثناء المسابقة بأداء بعض التمرينات للقوة قبل المسابقة مباشرة لكى يتجمع الدم فى العضلات الكبيرة.

الأداء الرياضى

تقل الفجوة بين كلا الجنسين تدريجيا عاما بعد عام، ويزيد معدل تقدم الإناث سنويا أكثر من معدل تقدم الذكور وهو خلاصة العلاقات المتبادلة بين العوامل المورفولوچية والفسيولوچية والبيئية، وقد يكون تركيب الجسم مثلا عاملا مساعدا لدى السباحات ولكنه يصبح عاملا معوقا فى الجرى، حيث إن زيادة الدهن لدى البنات تزيد من قدرتهن على الطفو وتقلل مقدار المقاومة وتوفر حاجزا ضد البرودة.

بالرغم من أن هناك فروقا واضحة بين الرجل والمرأة من الناحية البيولوچية، إلا أن

الفارق فى المستويات الرياضية بين الجنسين فى حقيقته لا يعتبر إلا فارقا بين المتوسطات الحسابية فهناك بعض السيدات أقوى من بعض الرجال، فهناك رجال فشلوا فى عبور المانش بينما نجحت سيدات، وينسحب خلال بطولات السباحة الطويلة رجال نتيجة لزيادة برودة الماء، بينما تنجح سيدات فى استكمال السباق وتحمل برودة الماء، وتتعدى فى بعض الأحيان تسجيلات المرأة فى بعض اختبارات المدى المسجل لبعض الرجال بالرغم من أن القيم المتوسطة والقصوى أعلى لدى الرجال. وأصبحت الفروق فى مدى الأداء تضيق تدريجيا بين الرجل والمرأة كلما زاد عدد السيدات المشاركات فى المنافسات الرياضية.

بملاحظة وتحليل النتائج الرياضية للمرأة خلال المراحل الزمنية المختلفة وفى مختلف الأنشطة الرياضية يلاحظ من الوهلة الأولى أن هناك تطورا سريعا ومدهشا لهذه النتائج، ففى دراسة أجراها ويلمور ١٩٩١ وجد أن المرأة تعدو أبطأ من الرجل بنسبة ٦,٤٪ فى ١٠٠ متر عدو وبنسبة ١١٪ فى ١٥٠٠ متر جرى، وتثبت أقل فى الوثب العالى بنسبة ١٤٪ وهى فى السباحة ٤٠٠ متر أبطأ بنسبة ٨,٤٪. وقد كان رقم الفائزة الأولى فى أولمبياد ١٩٢٤ يقل عن رقم الرجال بنسبة ١١,٦٪ وفى أولمبياد ١٩٤٨ قل هذا الفارق ليصبح ٦,٩٪ وفى دراسة (لجاكسون وجاكسون) ١٩٧٧ عن تحليل نتائج بطولات السباحة للرجال والسيدات قل الفارق بين أرقام الرجال والسيدات من ١٤,٤٪ إلى ١٢,٦٪ فى سباق ١٠٠ متر حرة ومن ٨,٦٪ إلى ٧,٤ ٪ فى سباق ١٥٠٠ حرة. وتشير نتائج دراسة (رانين) ١٩٧٨ إلى زيادة معدل تقدم أرقام السيدات أكثر من زيادة معدل تقدم الرجال خلال الفترة من ١٩٦٠ إلى ١٩٧٦ فى المتوسط ٢,٦٪ للرجال و ٤,٧٪ للسيدات.

تؤكد دراسة أسامة كامل ١٩٨٥ أن نسبة المستوى الرقمى للسيدات فى ١٠٠ متر حرة تطور من ١.٧٧ فى دورة استكهولم ١٩١٢ إلى ٩٣,٨٪ فى دورة لوس أنجلوس ١٩٨٤، وأن نسبة المستوى الرقمى للسيدات فى ٢٠٠ متر حرة تطور من ٨٨,٣٪ فى دورة المكسيك ١٩٨٦ إلى ٩٣,٨ فى دورة لوس أنجلوس ١٩٨٤، وهكذا تقترب الأرقام القياسية للسيدات إلى مثيلاتها من أرقام الرجال، حتى أن عالم الاجتماع البيولوجى (ك. ف. دير) كما يقول أسامة كامل يتنبأ بحدوث اقتراب كبير لأداء السيدات نسبة إلى الذكور أو حتى التساوى فى مستوى الأداء فيما بينهم قبل نهاية القرن الحادى والعشرين. وتفيد دراسة أسامة كامل أيضا بملاحظة نفس الظاهرة فى مسابقات الجرى والوثب، حيث تطور مستوى أداء السيدات من نسبة ٨٠٪ إلى ما يزيد عن نسبة ٩٠٪ خلال فترة زمنية تعد قصيرة نسبيا.

الفروق الفسيولوجية بين الجنسين

تبدأ ملاحظة علامات النمو الجنسى لدى البنات اعتبارا من عمر ٧-٨ سنوات، ويبدأ ظهور النمو بشكل سريع لدى البنات عند بلوغهن عمر ١١-١٢ سنة؛ لذلك يصبحن أطول وأسرع من البنين من نفس العمر، ويتساوى معدل النمو لدى البنات والبنين فى عمر ١٣-١٤ سنة يظهر لدى الفتاة أول طمث فى عمر ١٢-١٥ سنة، وعندما ينتظم الطمث ويتكرر بشكل إيقاعى خلال دورة الطمث Menstrual Cycle.

جدول (٧٣)

الخصائص البدنية للمرأة الرياضية مقارنة بالرجل

(عن : ماجليشيو ١٩٩٣)

م	القياسات	متوسط الفروق
١	الطول	أقصر ١٣ سم
٢	النسيج العضلى	أقل ١٨-٢٢ كيلوجراما
٣	النسيج الدهنى	أكثر ٣-٦ كيلوجرامات
٤	النسبة المئوية للدهون	أكثر ٩٪
٥	نسبة توزيع الألياف السريعة والبطيئة	متشابهة
٦	القوة المطلقة	٥٠٪ أقل فى الطرق العلوى ٢٥٪ أقل فى الطرف السفلى
٧	القوة النسبية	متشابهة
٨	المرونة	أكثر
٩	الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين	أقل ٢٥-٣٠٪
١٠	جليكوجين العضلة	متشابهة
١١	التمثيل الغذائى للدهون	متشابهة
١٢	السعة اللاهوائية	أقل ١٧٪

التمثيل الغذائى القاعدى Basal Metabolism

يقل التمثيل الغذائى القاعدى لدى المرأة بمقدار ١-٣٪ كل عشر سنوات خلال الفترة العمرية من ٣-٨٠ سنة، وهو يقل لدى الإناث مقارنة بالذكور نتيجة لاختلاف تركيب الجسم بينهما حيث تزيد الكتلة العضلية لدى الذكور وتقل نسبة الدهون والعكس لدى الإناث، حيث تزيد نسبة الدهون وتقل الكتلة العضلية، وعلى سبيل المثال يبلغ التمثيل الغذائى القاعدى لدى المرأة الشابة حوالى ٣٧ سعرا حراريا لكل متر مربع ساعة ما بين ١٢٠٠ - ١٤٠٠ سعر وبالنسبة للشباب يبلغ متوسط التمثيل الغذائى القاعدى ٤٠ سعرا حراريا / متر مربع / ساعة أى حوالى ١٧٠٠ سعر حرارى فى ٢٤ ساعة.

الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين

أثبتت بعض الدراسات عدم وجود فروق

بين الجنسين فى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين حتى عمر ١١-١٢ سنة، ثم يبدأ تطور الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين لدى البنات فى البطء نتيجة زيادة إلى قمة الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين خلال الفترة من ١٦-٢٠ سنة، ويتأثر الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين بعدة عوامل تشمل (Pateand Kriska, ١٩٨٤).

١- وزن الجسم وتركيب الجسم.

٢- وزن الدهن.

٣- الحد الأقصى لنقل الأكسچين.

٤- الحد الأقصى للدفع القلبى.

- الحد الأقصى لمعدل القلب.

- الحد الأقصى لحجم الضربة.

٥- سعة نقل الأكسچين (تركيز الهيموجلوبين).

٦- سعة أكسدة العضلات الهيكلية.

السعة اللاهوائية

قد تكون مقدرة الإناث على زيادة تكوين حامض اللاكتيك أقل نتيجة لصغر حجم عضلاتهن مقارنة بالذكور، ولكن لا يوجد فروق بين الجنسين فى العتبة الفارقة اللاهوائية أو للكتات Lactate Threshold كما يعبر عنها بنسبة مئوية من الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين، ويزيد حامض اللاكتيك فى الدم لدى الإناث عند أداء حمل بدنى فى أقل من الأقصى مقارنة بالذكور، ويرجع ذلك إلى أن هذا الحمل أكثر ضغط عليهن.

التأقلم للتدريب فى الجو الحار والبارد

يعتبر مستوى اللياقة البدنية والأقلمة أكثر أهمية من اختلاف الجنسين عند الاستجابة للتدريب فى الجو الحار، أما بالنسبة للبيئة الباردة فإن الإناث أقل إنتاجا للحرارة، سواء من خلال التدريب أو الارتعاش؛ لأنهن أقل فى تكوين النسيج العضلى، ولكن لديهن المزيد من الدهون التى تشكل عازلا حراريا.

معتقدات خاطئة

انتشرت كثير من المعتقدات الخاطئة عن تدريب المرأة، وتتلخص بعض هذه المعتقدات فيما يلى :

١- أن المرأة لا تستطيع أن تتدرب بنفس عنف التدريب مثل الرجل.

٢- أن التدريب يفقد المرأة أنوثتها وتصبح مسترجلة.

٣- أن المرأة تحقق أعلى مستوياتها الرياضية فى الفترة السنية ما بين ١٢-١٥ سنة.

قد زاد انتشار هذه المعتقدات خلال فترة العشرين سنة الأخيرة، ولكن مع زيادة مشاركة المرأة فى البطولات الرياضية تأكد عدم صحة هذه المعتقدات، فالمرأة يمكنها أن تتحمل التدريب العنيف مثلها مثل الرجل وأنها لا تفقد أنوثتها نتيجة للتدريب، كما أن مستوى النتائج الرياضية يمكن أن يتطور خلال مرحلة ما بعد البلوغ وشاهدنا سابحات فى عمر ٣٤ سنة فى دورة البحر الأبيض المتوسط ١٩٩٧، وقد عرف مدربو السباحة الحقيقة منذ أكثر من ٣٠ سنة وأصبح

تدريب الرجال هو نفس تدريب السيدات منذ الستينيات (ماجليشيو ١٩٩٣).

واتضح أن المرأة تستطيع أن تؤدى تمرين الانبطاح المائل العادى بثنى الذراعين أفضل من المعدل وكذلك الشد على العقلة إذا ما تدربت على ذلك مبكرا (دريكس، ١٩٩٧) وأصبحت المرأة تمارس تمرينات القوة العضلية وتكتسب القوة العضلية دون حدوث التضخم العضلى بشكل كبير والذى يعتقد أنه يؤثر على أنوثتها.

بالرغم من أن تدريب المرأة والرجل فى السباحة أصبح متساويا فما زالت الفكرة الخاطئة مترسبة لدرجة أن التخصص الأطول للسباقات فى السباحة القصيرة للسيدات ما زال ٨٠٠ متر مقابل ١٥٠٠ متر للرجال، بالرغم من إضافة سباق تتابع ٤×٢٠٠ متر حرة للسيدات لأول مرة فى دورة برشلونة الأولمبية ١٩٩٢.

الدورة الشهرية والرياضة

وهى تستمر من اليوم الأول للطمث ولمدة ٢٨ يوما لدى حوالى ٦٠٪ من الفتيات ولمدة ٢١ يوما لدى ٢٦٪ ولمدة ٣٠-٣٥ يوما لدى ١٠-١٢٪ وتستمر فترة الطمث عادة ما بين ٣-٧ أيام، وتختلف طبيعتها تبعا للحالة الصحية للفتاة والنمو البدنى العام والحالة الاجتماعية، ويتعرض جسم الفتاة خلال هذه الفترة إلى تأثير التغيرات الهرمونية مما يؤثر على جميع وظائف الجسم، وهذه التغيرات تمر بعدة مراحل وتتميز كل مرحلة منها بخصائصها الفسيولوچية، ويمكن تقسيم الدورة الشهرية التى هى ٢٨ يوما إلى خمس مراحل.

من أهم العوامل المؤثرة فى تدريب الإناث عند تخطيط الدورة المتوسطة مراعاة تنسيق مكوناتها تبعا للدورة الشهرية للأنثى والتى تستغرق عادة فى المتوسط ٢٨ يوما.

وتعتبر أصعب فترات الدورة الشهرية للتدريب أو المنافسة هى مرحلة ما بعد الطمث، حيث يلاحظ على الفتاة خلال هذه المرحلة انخفاض الكفاءة البدنية وزيادة مستوى الاستثارة والشعور بالتوعك وضعف الانتباه والتركيز، وقد تحدث آلام فى منطقة الحوض أو أسفل البطن، وقد تستمر هذه الأعراض أيضا خلال مرحلة الطمث، وبناء على ذلك فعلى مدى الدورة الشهرية تكون حالة الفتاة ليست على درجة جيدة لفترة ١٠-١٢ يوما، وهذا ما يجب أن يراعى عند تخطيط دورة الحمل المتوسطة.

جدول (٧٤)

التشكيل العام للدورة المتوسطة تبعا لمراحل الدورة الشهرية للإناث

(عن لستيسكايا ١٩٨٢)

م	المرحلة	المدة باليوم	أرقام أيام الدورة	حمل التدريب
١	مرحلة الطمث Menstrual	٣-٥	١-٦	متوسط
٢	مرحلة بعد الطمث Postmenstrual	٧-٩	٧-١٢	عالى
٣	مرحلة الحويصلة Ovulatory	٤	١٣-١٥	متوسط
٤	مرحلة بعد الحويصلة Postovulatory	٧-٩	١٦-٢٥	عالى
٥	مرحلة قبل الطمث Premenstrual	٣-٥	٢٦-٢٨	منخفض

بالرغم من المعوقات البيولوجية المرتبطة بالفروق بين الجنسين، إلا أن المرأة ما زالت فى طريقها نحو تقليل الفجوة مع الرجل فى النتائج الرياضية، ومن هذه الفروق البيولوجية الدورة الشهرية ومتاعبها، وقد أفادت نتائج دراسة بروكس وآخرون ١٩٨٦ أن ٤٠-٦٠٪ من الرياضيات لم يتأثر مستوى أدائهن بحدوث الطمث، بينما نسبة ١٥-٣٠٪ يشعرن ببعض التأثيرات السلبية للطمث على مستوى الأداء، ونتيجة لدراسة مسحية على الفائزات فى دورة هلسنكى الأولمبية أجابت خمس لاعبات بأنهن حققن أفضل أرقامهن القياسية أثناء الطمث، وأجاب ٢٠ منهن بتحسن مستوى الأداء خلال فترة الطمث ولم يتأثر أداء ٤٥ منهن، بينما تأثر سلبيا مستوى الأداء لدى ٣٩ منهم. وبناء على دراسة (جوكل) ١٩٥٨ اتضح أن ٦ ميداليات ذهبية حصلن عليهن بطلات وهن فى فترة الطمث وهذا يعنى أن تأثيرات الطمث على الأداء الرياضى يخضع للفروق الفردية.

تشير الدراسات العلمية أن سن البلوغ وحدوث الطمث للمرة الأولى يتأخر لدى الفتيات اللاتى يبدأن التدريب العنيف فى فترة مبكرة من أعمارهن كلاعبات الجمباز، ويشير (فيشر) وآخرون إلى أن تأخير البلوغ لدى الفتاة يكون بمعدل ٤, ٠ سنة مقابل كل سنة تدريبية قبل البلوغ. ولا توجد دراسات تؤكد وجود أى تأثيرات سلبية نتيجة لذلك.

بناء على نتائج دراسة أجريت على الفتيات المجريات عددهن ٧٢٩ فتاة اتضح أن ٨٣,٨٪ لم يتعرضن لأى تغيرات غير طبيعية فى الدورة الشهرية ولوحظت تغيرات إيجابية لدى ٥,٠٢٪ وأخرى سلبية لدى ١١,٣ ٪.

الرياضة والحمل

يتحدد حجم التدريب ونوعيته بالاستشارة مع الطبيب، حيث تنخفض الأحمال التدريبية وأن كان يمكن أن تكون الأمور عادية خلال أول ٣-٤ أشهر الأولى للحمل، بينما يتم تخفيض الأحمال فى الشهرين ٥-٦ وتحول التدريب إلى نشاط ترويحى سهل خلال الشهور ٦-٧.

من الطريف أن ثلاث ميداليات ذهبية كانت من نصيب ثلاث لاعبات حوامل خلال دورة ملبورن ١٩٥٦، وفى سنة ١٩٩٢ حصلت بطلة قيادة السيارات على الميدالية البرونزية بالرغم من أنها فى حالة حمل وأمكن لبعض السيدات إكمال سباق المارثون أثناء الشهر الثامن للحمل.

قد صرحت ٢٤ سيدة بأنهن شعرن بأن حالتهن جيدة أثناء الجرى، بينما شعر بعضهن بعدم راحة أثناء الجرى وهن فى فترة الحمل، إلا أنهن أرجعن ذلك إلى متاعب أكمل ذاتها وليس بسبب الجرى. وما زالت مسيرة المرأة تخطو بخطوات قوية وسريعة نحو المستويات الرياضية العليا وأضيفت وما زالت تضاف سباقات أولمبية جديدة للسيدات، فبعد أن كان أطول سباقات الجرى للسيدات ١٥٠٠ متر أضيف سباقات ٣٠٠٠ متر، والمارثون فى دورة ١٩٨٤ كما أضيف أيضا سباق دراجات الطريق والباليه المائى والجمباز الإيقاعى، كما أضيف من قبل التجديف وكرة السلة وكرة اليد فى دورة ١٩٧٦، وفى دورة ١٩٨٨ أضيفت سباقات أكثر مثل ١٠٠٠ متر دراجات وسباق ١٠٠٠٠ متر، وتطور حجم مشاركة السيدات من ست لاعبات فى أولمبياد باريس ١٩٠٠ فى دورة سول ١٩٨٨ وما زال المجال مفتوحا أمام الباحثين للكشف عن الإمكانات الحقيقية للمرأة وما زالت التساؤلات مطروحة لم تجد بعد إجابات كافية.

الرياضة والشيخوخة

لا يجب أن ينظر إلى الشيخوخة على أنها مرض ولكنها عمليات طبيعية تحدث تدريجيا فى مظهر الجسم ووظائفه وتحمله للضغوط، وتعرف الشيخوخة بأنها «الفقد التدريجى للسعات الفسيولوچية».

التغيرات الفسيولوچية المرتبطة بالشيخوخة

تحدث تغيرات فسيولوچية عديدة مصاحبة للشيخوخة ولكنها تخضع للفروق الفردية بشكل كبير وهى كما يلى :

١- المظهر : بياض الشعر والصلع والجفاف وانثناءات الجلد.

٢- الجهاز العصبى : نقص السمع - نقص حاسة التذوق والشم - نقص حساسية اللمس - بطء رد الفعل - بطء الوظائف العقلية - عدم التركيز العقلى.

٣- الجهاز الدورى : ارتفاع ضغط الدم - زيادة معدل القلب فى الراحة - نقص السعة الوظيفية - نقص الدفع القلبى الأقصى.

تركيب الجسم والتمثيل الغذائى

زيادة دهن الجسم - زيادة الكوليسترول فى الدم - بطء التمثيل الغذائى القاعدى.

خصائص بدنية أخرى

انقطاع الطمث لدى السيدات Menopause- فقد الخصوبة للرجال - فقد المرونة بالمفاصل - فقد الأسنان وأمراض اللثة- نقص كثافة العظام.

الأمراض والحوادث

زيادة الحوادث - الأمراض الوراثية - أمراض نمط الحياة.

النواحى النفسية

نقص الثقة بالنفس - نقص المقدرة الجنسية - نقص الرغبة فى العمل - الاكتئاب - الوحدة - نقص الحالة المالية.

أصبح حاليا يمكن للإنسان أن يعيش لأطول فترة من عمره حياة صحية بفضل ممارسة الرياضة والنشاط والحركة.

أثبتت الدراسات العلمية أن التدريب المنظم يمكن أن يؤثر إيجابيا على معدل الشيخوخة لدى الإنسان، وسوف يزداد فى الآونة القادمة أعداد الأفراد فوق عمر الستين عاما، وهذا بفضل اتجاه الأفراد إلى دراسة الرياضة بهدف الصحة.

جدول (٧٥)

جدول الشيخوخة ودور الرياضة الوقائى

تأثيرات الشيخوخة	دور الرياضة الوقائى
نقص سعة العمل	زيادة سعة العمل
نقص فاعلية القلب	زيادة فاعلية القلب
نقص المرونة	زيادة المرونة
نقص كتلة العظام والكثافة	زيادة كتلة العضلة
نقص لياقة الجهاز والقلب الوعائى	زيادة لياقة الجهاز والقلب الوعائى
ارتفاع ضغط الدم	نقص ضغط الدم

فوائد التدريب فى مواجهة الشيخوخة

١- التدريب الهوائى المنتظم يحمى من أمراض القلب.

٢- التدريب يساعد على انخفاض ضغط الدم.

٣- التدريب يقى من مرض السكر من النمط الثانى.

٤- التدريب يقى من هشاشة العظام.

٥- التدريب يقوى العضلات.

٦- التدريب يستهلك سعرات حرارية ويحافظ على الوزن.

٧- التدريب يقى من فقد الكتلة العضلية.

٨- التدريب يبطئ من عمليات الشيخوخة.

٩- التدريب يساعد على المرونة.

١٠- التدريب يجعل كل يوم أكثر سعادة.

تدريبات القوة Strength Training

يمكن لتدريبات القوة أن تزيد من الكفاءة ويمكن للشخص الذى يبلغ من العمر ٩٥ سنة أن يصبح قويا مثل من عمره ٥٠ سنة، كما يمكن للفرد الذى عمره ٦٤ سنة أن يصبح قويا مثل الشخص السليم صحيحا فى عمر ٣٠ سنة، فمن خلال تدريبات القوة ينخفض ضغط الدم وتزيد اللياقة والتوازن كما تزيد كثافة النظام لدى كثير من السيدات بعد انقطاع الطمث، وقد أثبتت بعض الدراسات العلمية التى أجريت خلال فترة الثمانينيات والتسعينيات حدوث فوائد لعضلة القلب تحت تأثير تدريبات المقاومة هذا بالإضافة إلى الوقاية من الإصابات.

هشاشة العظام Osteoporosis

تؤدى هشاشة العظام إلى فقد العظام كثافتها على مر الزمن، وفى المراحل النهائية لهذا المرض يمكن للعظام أن تنكسر خلال أداء الأعمال العادية اليومية، وقد أصبحت هشاشة العظام من الأمراض الشائعة لدى كبار السن ولكن مع استخدام تدريبات المقاومة المنتظمة يمكن أن تبطئ معدلات حدوث هشاشة العظام، حيث يساعد على تحسين كثافة العظام وتقلل خطورة الوصول إلى حالة صعبة لهشاشة العظام.

التهاب المفاصل Arthritis

يوصف التهاب المفاصل بأنها عدم المقدرة على تحريك المفاصل والعظام ودائما ما يصاحب هذه الحالة الشعور بالألم وعدم الراحة وتقييد الحركة، ويعتبر الانتظام وممارسة الرياضة هو المفتاح للوقاية من هذا المرض، ويتكون البرنامج التدريبى من تمرينات المطاطية للحفاظ على المرونة، كما تساعد ممارسة الرياضة على تحسن عمل العضلات والمفاصل وبذلك يمكن للفرد القيام بالأعباء اليومية الواقعة عليه.

ويعتقد معظم الناس أن هذا الضعف التدريجى هو أحد التأثيرات السالبة للشيخوخة غير أن هذا غير حقيقى، وقد أثبتت الدراسات العلمية التى أجريت فى القرن العشرين أن معظم هذه الأعراض تأتى من نقص الحركة أساسا أكثر منها حسب الشيخوخة، وهناك قول فسيولوجى شائع «استخدمها أو تفقدها» «Use it or lose it» " فإذا لم يمارس الفرد الرياضة يمكن أن يفقد من قوته مقدار ١٠٪ - ٥٪ كل عشر سنوات بعد سن ٣٥ سنة، وقد أمكن للأفراد فوق الستين سنة أن يكتسبوا القوة تحت تأثير التدريب مما يجعل حياتهم أكثر سعادة فى هذا العمر، يمكن أن يرتفع ضغط الدم قليلا أثناء تدريبات القوة.

ولكن أيضا يزيد مستوى الكوليسترول عالى الكثافة HDL وهو الكوليسترول الجيد الذى يقلل من وجود الكوليسترول منخفض الكثافة والذى يساعد على الجسم على تقليل ارتفاع ضغط الدم ويقى الفرد من أمراض القلب.

وبعد عمر ٣٠ سنة تقل القوة العضلية بمقدار ١٪ كل سنة، كما يقل النسيج العضلى كل ١٠ سنوات من ٣٪ إلى ٦٪، وفى عمر

الخمس وستين سنة يفقد معظم الناس أكثر من ٤٥٪ من قوتهم، وهذا بالتالى يؤدى إلى حرمان الأفراد من ممارسة أنشطتهم الحركية اليومية.

التمرينات الهوائية Aerobic Exercise

بالإضافة إلى تمرينات المقاومة فإن التمرينات الهوائية لها تأثير جيد بتحسن الصحة وأظهرت الدراسات أن الأشخاص غير النشطين تزيد فرصة إصابتهم بأمراض القلب ضعف الأفراد النشطين، وتساعد التمرينات الهوائية المناسبة فى أى عمر إلى زيادة القوة والمحافظة على مستوى ضغط الدم وكتلة العظم، ويجب أن يتحرك الفرد بما يوازى ٣٥٠٠ سعر حرارى فى الأسبوع حتى يقلل فرص تعرضه لأمراض القلب المختلفة.

فوائد التدريب الهوائى

١- يقل معدل القلب فى الراحة.

٢- استهلاك دهون الجسم كوقود.

٣- تقليل ضغط الدم المرتفع.

٤- زيادة الطاقة.

٥- تحسين مستويات الكوليسترول فى الدم.

٦- تقليل خطورة الإصابة بأمراض القلب التاجية.

٧- زيادة معدل التمثيل الغذائى.

٨- زيادة الأندروفينات لتحسين الحالة المزاجية.

٩- تحسين الإحساس العام بالسعادة والمرح.

أفضل الأنشطة الهوائية

تعتبر أفضل الأنشطة الرياضية هى الأنشطة الإيقاعية ويأتى فى مقدمتها السباحة والمشى والهرولة والجرى والدراجات.

المرونة Flexibility

تعرف بأنها المقدرة على تحريك أجزاء الجسم على مدى الحركة الكامل، وهى تعتبر مكونا أساسيا من مكونات اللياقة البدنية بهدف الصحة، وتتأثر المرونة بمدى مطاطية العضلات والأوتار والأربطة ويمكن تطويرها بواسطة تمرينات المطاطية المناسبة، كما أن للتمرينات المطاطية فائدة أخرى فى إزالة التوتر العضلى، وتساعد على الاحتفاظ بالضغط وزيادة المدى الحركى فتجعل الحركات سهلة ويجب أن يقوم الشخص بتمرينات المرونة بشكل يومى وكذلك قبل أداء الأنشطة الرياضية خلال الإحماء، وعلى سبيل المثال للجرى يتم أداء تمرينات مطاطية لعضلات الظهر والرجلين وللتنفس لعضلات الذراعين والأكتاف والجذع، وإذا كنت تعمل على الكمبيوتر فتؤدى تمرينات مطاطية للرقبة والأكتاف والظهر، وتتم تمرينات المطاطية بعد نهاية كل جرعة تدريب.

وإذا كنت تود تنفيذ جرعة تدريب تشمل تمرينات هوائية وتمرينات قوة فى نفس اليوم فيتم البدء بأداء ٢-٥ دقائق تمرينات هوائية مع أداء تمرينات مطاطية حقيقية ثم تمرينات هوائية ثم تمرينات قوة لمدة ٢-٥ دقائق ثم التهدئة بتمرينات هوائية يلى ذلك تمرينات المطاطية.

كيف يمكن أن يكون التدريب فعالا ؟

ترتبط فاعلية التدريب بثلاثة عوامل هى:

التردد Frequency والشدة Intensity والوقت time أو الدوام Duration.

١-التردد Frequency

التردد وهو عدد مرات التدريب، ويعتبر التدريب بواقع ثلاث مرات على الأقل أسبوعيا يمكن أن تزيد تدريجيا إلى ٥-٦ مرات فى الأسبوع، ولكن أكثر من ذلك لا تحصل على فائدة، وإذا ما تدرب الفرد سبعة أيام يمكن أن تحدث له الإصابات، بينما يؤدى يوم الراحة الأسبوعية إلى منع الملل والراحة.

٢-الشدة Intensity

تعبر الشدة عن مدى شدة العمل وأسهل طريقة لتحديدها بواسطة قياس معدل القلب فإذا شعرت بالتعب عند الأداء، فهذا يعنى أن الشدة عالية جدا وهذا خطر على الممارس.

الوقت أو الدوام Time or duration

يعتبر العامل الأساسى لتحديد حجم التدريب الكلى هو الوقت والدوام، وعلى الأقل ٢٠ دقيقة يحتاج إليها الفرد لإحداث التأثير المطلوب فى كل جرعة تدريب ويمكن أن يزيد الوقت عن ذلك ليصل إلى ساعة، غير أن هذا لا يعنى أن التدريب لمدة ساعتين سوف يضاعف الفائدة، لكن أفضل دوام للبداية هو من ٢٠-٣٠ دقيقة فى كل مرة، ويمكن فى حالة توافر الوقت أو الحالة الصحية الجيدة أن تكرر هذه الفترة ٢-٣ مرات فى اليوم، وهذا أسهل للجسم ويساعد على اكتساب الفائدة.

معدل القلب والعمر Heart Rate and Age

يمكن استخدام من معدل القلب تدليل لتحديد شدة الحمل التدريبى، وتعتبر طريقة استخدام الرقم ٢٢٠ من الطرق السهلة؛ لذلك يجب أن يكون التدريب فى حدود ٥٠-٨٠٪ من أقصى معدل للقلب، الذى يتم تحديده من طرح العمر من الرقم ٢٢٠، وفيما يلى أمثلة تبعا للأعمار.

عمر ٥٠-٦٠ سنة ١٠٠-١٣٥ ضربة/ دقيقة.

عمر ٦٠-٧٠ سنة ٩٠-١٢٠ ضربة/ دقيقة.

عمر ٧٠-٨٠ سنة ٨٥-١٠٠ ضربة/ دقيقة.

تقسيم جرعة التدريب

تنقسم جرعة التدريب إلى ثلاثة أجزاء هى التسخين ووقت التدريب والتهدئة.

١ - التسخين Warm up

التسخين هو المرحلة الأولى فى جرعة التدريب والتى تؤدى قبل الجزء الأساسى وهو فترة التدريب، ويتم باستخدام بعض التمرينات الخفيفة لرفع درجة حرارة الجسم والوقاية من الإصابات.

٢ - فترة التدريب Training Period

وهى فترة التركيز على تمرينات الجهاز القلبى الوعائى والأنشطة الخاصة، تنمية القوة العضلية والتجمل أو أى تمرينات أخرى وهى تستمر لفترة حوالى ٢٠ دقيقة.

٣ - التهدئة Cool Down

وهى فترة الانتقال من فترة التدريب إلى الحالة العادة للراحة.

تصميم البرنامج المتوازن

التمرينات الهوائية:

يجب أن تؤدى التمرينات الهوائية ٣-٥ أيام فى الأسبوع لمدة ٢٠-٦٠ دقيقة مستمرة خلال الجرعة التدريبية الواحدة وبشدة معدل القلب المستهدف Target Heart Rate ويمكن أن يتراوح فى المتوسط من ٧٠-٨٥٪ من أقصى معدل

للقلب (أقصى معدل = ٢٢٠ - العمر بالسنوات) ويمكن البداية من مستوى ٥٠٪، غير أن التأثير الفعال يبدأ من ٦٠٪.

تمرينات القوة:

توزع بواقع ٢-٣ مرات فى الأسبوع بواقع يوما بعد يوم وتشمل كل جرعة على ١-٣ مجموعات كل مجموعة تتكون من ٨-٢٠ تكرارا للتمرين، ويمكن لذلك استخدام الأثقال الحرة أو آلات الأثقال.

المرونة

يمكن الوصول إليها باستخدام تمرينات المطاطية للعضلات الأساسية ويمكن الحصول على أفضل النتائج فى حالة ما تكون العضلة دافئة مع المط البطىء والثبات لمدة ١٥-٣٠ ثانية دون العنف أو الاهتزاز أثناء المط، ويمكن أن تؤدى هذه التمرينات يوميا نظرا لأهميتها فى التخلص من الألم العضلى بعد التمرين الهوائى أو تمرينات الأثقال.

التوصيات

١- قبل جرعة التدريب يجب القيام بالتسخين لفترة ٢-٥ دقائق باستخدام تمرينات خفيفة ثم تمرينات مطاطية.

٢- تستخدم تشكيلات الأحمال الملائمة من حيث الدوام والتردد والشدة.

٣- البدء ببطء والتقدم تدريجيا لإعطاء فرصة للجسم للتكيف مع التدريب دون الوصول إلى حالة التدريب الزائد.

٤- ينصح بأداء تمرينات منخفضة الشدة لفترة طويلة أفضل من تمرينات عالية الشدة لفترة قصيرة.

٥- يؤدى تهدئة بعد الجرعة التدريبية لفترة ٢-٥ دقائق باستخدام تمرينات حقيقية وتمرينات مطاطية.

٦- مفتاح تحسن اللياقة الاستمرارية والانتظام فى التدريب.

تنبيه هام

يعتبر استخدام غرف البخار والسونا والجاكوزى مرتفع الحرارة من الأمور الخطرة لكبار السن، حيث إن الشخص الذى أنهى التدريب مباشرة يكون الدم مركزا فى كل من العضلات والجلد، وهذا يمكن أن يؤدى إلى اضطراب فى الدورة الدموية.

الرياضة والإنتاج

يوصى الأطباء ومسئولو الصحة بزيادة النشاط البدنى كوسيلة لتحسين صحة العاملين منذ ٣٠٠ سنة ماضية، ومع التطور الميكنى الصناعى خلال النصف الثانى من القرن العشرين زادت المشكلات الصحية فى أماكن العمل بشكل كبير، وهذا حدث كنتيجة مباشرة للحاجة إلى النشاط البدنى وليس لزيادته مع انخفاض النشاط البدنى وقلة حركة الإنسان وزيادة العمل الذهنى زاد مستوى الضغوط على الإنسان.

النشاط البدنى المهنى وعلاقته بأمراض القلب التاجية CHD

ترجع القصة الحديثة للتدريب وأمراض القلب التاجية و CHD إلى البروفسيور (جيرلى موريس) Jeremy Morris الذى قام هو وزملاؤه عام ١٩٥٣ بدراسة مقارنة بمقاومة عوامل الخطورة للإصابة بأمراض القلب التاجية بين آلاف السائقين الخاملين والمحصلين النشيطين بدنيا فى مدينة

لندن، وكانت نتيجة الدراسة أن عوامل الخطورة لدى المحصلين أقل.

فى الولايات المتحدة أيضا أمكن التوصل إلى نفس النتائج فى دراسة أجريت على ٦٣٥١ من حمالى الطائرات بسان فرانسيسكو وتم متابعتهم لمدة ٢٢ سنة من ١٩٥١ - ١٩٧٢ وهم يعملون أعمالا عنيفة مثل الحمل والشد والدفع وإذا ترجمت واجباتهم المهنية إلى سعرات حرارية، فالرجل يحتاج ٨,٥٠٠ سعر حرارى أسبوعيا أو أكثر، وهو بذلك يكون أقل تعرضا للإصابة بأمراض القلب التاجية، بينما غيرهم الذين تقل عدد السعرات الحرارية المفقودة أسبوعيا عن ذلك يلاحظ أن لديهم زيادة خطورة الإصابة وكانت حالات الموت المفاجئ والذبحات الصدرية أقل لدى الحاملين.

تفقد الصناعة الأمريكية كل عام ٣٢ بليون دولار و ١٣٢ مليون يوم عمل نتيجة وفيات العاملين المصاحبة لأمراض الجهاز الدورى (ارتفاع ضغط الدم - ضربة القلب HS - السكر - السمنة).

تفقد البلايين كنتيجة لانخفاض الإنتاج نتيجة الأمراض بناء على إحصائية المجلس القومى للأمان The National Safety Council وجد أن آلام الظهر وحدها كلفت الصناعة أكثر من ١,٢ بليون دولار فى الإنتاج والخدمات ٢٧٥ مليونا فى تعويضات العاملين.

المرحلة الأولى

فى البداية قامت الشركات الكبرى بتمويل الفرق الرياضية بهدف بناء روح الفرق Team Spirit وتنمية معنويات العاملين. غير أن المشاركين فى هذه الفرق من بين العاملين لا يزال قليلين ولا تغطى القاعدة الكبرى من العاملين.

المرحلة الثانية

فى بداية السبعينيات نفذت مقاطع تدريبية قصيرة Brief Calisthenicbreak وقد ساعدت هذه البرامج على تحسين الأداء البدنى والذهنى وتقليل ضغط العمل فى منتصف السبعينيات ١٩٧٠ قامت الحكومة الكندية بتبنى خطة مشابهة شملت تسجيل شرائط للموسيقى وإرشادات مكتوبة وقادة رياضيين متطوعين فى كل موقع عمل كبير. فى بعض الأحيان أعطى العاملين عصائر فاكهة وفطائر كبديل للقهوة والسجائر.

وبصفة عامة، فإن هذا يكلف من ٧-٨ دقائق للفريق مرتين كل يوم عمل.

المرحلة الثالثة

تطور الاهتمام ببرامج اللياقة للعاملين تطورا سريعا بالولايات المتحدة وأمريكا خلال السبعينيات بشكل سريع.

فكرة اللياقة والصحة المثلى Fitness and Wellness

انتشرت وطبقت فكرة اللياقة والصحة المثلى فى شركات جونسون وجونسون وزيروكس وجينرال موتورز وموبيل.

قلت تكاليف الرعاية الصحية للعامل فى السنة من ١٠٠-٤٠٠ دولار فى السنة.

الفائدة الاقتصادية المجمعة حوالى ٥٠٠-٧٠٠ دولار للعامل فى السنة وهى بذلك ستكون كافية لتشغيل أحدث إمكانات برامج Wellness.

زيادة تكاليف الرعاية الصحية أخذت تركيزا مكثفا لمدة لا تقل عن ١٠ سنوات؛ نظرا لزيادة الصرف السنوى على الرعاية الصحية لأكثر من ترليون دولار لتحسين الرعاية للعاملين.

توجهت معظم الإستراتيجيات على تقليل ترجمة الصرف على الرعاية الصحية من خلال خطوات مثل زيادة فاعلية تنظيم الرعاية الصحية وتقليل فترة الإقامة فى المستشفيات، وهذه الإجراءات أمكنها الاستمرار ولكن لفترة قليلة لتعود زيادة الصرف فى الارتفاع مرة ثانية لذلك أصبحت الحاجة ماسة إلى إستراتيجيات جديدة.

إستراتيجيات جديدة

١- الوقاية من إصابة التوتر والمرض.

٢- المسئولية الفردية للحفاظ على نمط حياة صحى.

نيويورك (رويترز)

الأفراد الذين يتدربون ولو على الأقل مرة أسبوعيا فى برامج اللياقة الرسمية المهنية Employee Fitness فإن متوسط أيامهم المرضية فى السنة أقل خمس مرات من غير المتدربين.

وجد الباحثون الألمان أن زيادة المشاركة فى برامج اللياقة أثناء العمل (على الأقل فى الأسبوع) كان نتيجة انخفاض عدد أيام المرض فى المتوسط من ١,١٠ مقارنة إلى ٥,٤ يوم، بينما لم تكن هناك أى تغيرات فى عدد أيام المرض للعاملين الذين لم يشاركوا فى برامج اللياقة البدنية.

انخفضت أيام المرض فى أول سنة لطبيعة برامج اللياقة ١٣٪ فى شركة Johnson and Jonson.

فاعلية وتكاليف برامج الرياضة الصحية

برنامج شركة جونسون وجونسون Johsnon and Jonson المسمى عيش للحياة Live for life أظهر أن السلوك الصحى خفض مصاريف الرعاية الصحية التى تصرف على المشاركين فيه.

حيث بلغت نسبة الزيادة السنوية التى تصرف على الرعاية الصحية للعاملين ٧٦ دولارا لغير الممارسين و ٤٢ دولارا للممارسين كما كانت نسبة التغيب عن العمل ١٤٪ لغير الممارسين و٥٪ للممارسين وتحسنت الحالة الصحية للممارسين وذلك من خلال قياس ضغط الدم والكوليسترول ووزن الجسم وحالات الذبحة الصدرية وحالات السرطان كما تحسنت الاتجاهات نحو العمل.

فوائد برامج اللياقة للعاملين

للمستخدمين For Employees

ثبت جيدا أهمية التدريب للمستخدمين، حيث إن أسلوب الحياة الخامل يصاحب دائما بزيادة خطورة الإصابة بأمراض الجهاز الدورى والسكر وهشاشة العظام وبعض أنواع السرطان، اللياقة البدنية من جهة أخرى تصاحب بتخفيض جميع الحالات المسببة للوفيات وتأخذ عدم المقدرة على الحركة وينصح اتحاد مركز السيطرة على المرض والوقاية والقلب والأمريكية للطب الرياضى أن جميع البالغين يجب أن يستكملوا على الأقل ٣٠ دقيقة من التدريب معتدل الشدة معظم أيام الأسبوع، زيادة على ذلك فإن التقرير العام لجراحى الولايات المتحدة الحالى Us Surgeon General's Report.

وهناك الكثير من الفوائد الصحية للتدريب المنتظم؛ لذا يجب على الأطباء أن يحثوا المريض على الالتزام به.

هذا بالإضافة إلى فوائد أخرى لوجود فرص ترتبط بتوطد علاقات صداقة بالإضافة إلى فرصة طيبة لشغل وقت الفراغ.

بناء على نتائج عدة دراسات تحقق نتائج مباشرة انخفاض فى مصروفات الرعاية الصحية ومتتالية لشركات التأمين.

خلافا لذلك تقليل عدد أيام الغياب عن العمل Senteeism ومعدل الإصابة Injury states والإصابات المرتبطة بالشرود Injury -related absences وتحسن الأداء المهنى وزيادة الانتاج بالإضافة إلى رضاء العاملين ونسبة الفائدة إلى التكلفة Benefit/ Cost Ratios.

تعمل هذه البرامج على تحقيق الاقتصادية، ففى هذه النسب تكون الفائدة هى أمال الذى يمكن حفظه نتيجة تخفيض التكاليف الطبية والتغيب وعدم التكاليف وهذه التكاليف تزيد كثيرا عن تكاليف برامج التدريب. وأى نسبة تكون نتيجتها (١) أو أكثر فإنها تعكس المتوفر لصاحب العمل، وفى مراجع كثيرة فإن نسبة الفائدة إلى التكلفة Benfit/cost ration's لبرامج النشاط البدنى سجلت مدى يتسع من ٠,٧٦ إلى ٣,٤٣ (Gettma ،١٩٩٦) ومن ١,٥ - ٥,٥٢ (Messer, stone ١٩٩٥).

أسس تصميم برامج اللياقة للعاملين

١ - الدعائم الثلاث The Three Pillars

يجب أن يحتوى البرنامج على الدعائم الثلاث للياقة وهى التدريب الهوائى لتحسين الجهاز الدورى وتدريبات المقاومة لتقوية العضلات والعظام والمطاطية والمرونة.

أ- تكون تكاليفه المالية فى حدود إمكانات المؤسسة، بمعنى يمكن تعيين أخصائى فى التربية الرياضية فى المؤسسات الكبيرة والاكتفاء بمستشار فى المؤسسات الصغيرة.

ب- تنوع البرامج : بحق أن تأخذ البرامج أشكالا متعددة تشمل عضوية فى الأندية الصحية، ودعما ماديا للعاملين المواظبين على التدريب ونطوير الإمكانات المنزلية.

تصميم يتناسب مع جهد الوظيفة

١ - يجب تصميم البرامج مع رعاية طبيعة الجهد المبذول فى الوظيفة، فمثلا العاملون الذين لا تتطلب طبيعة عملهم جهدا بدنيا مثل العمل المكتبى يحتاجون إلى برامج عامة تشمل الدعائم الثلاث بينما العمال الذين يعملون فى أعمال بدنية كبيرة يحتاجون إلى برامج خاصة تركز على تقوية الجذع وأسفل الظهر وأعلى الجسم.

٢- أهمية الفحص الطبى قبل المشاركة فى التدريب.

٣- العناية بالأجهزة والأدوات وأماكن التدريب.

٤- الحوافز.

حافز اللياقة فى حد ذاتها للفرد سوف يشعر به على المدى الطويل، ولكن يحتاج المشاركون فى البرامج إلى الحوافز على المدى القصير ويفضل أن تكون على تقدم الشخص فى مستوى اللياقة الهوائية أو إنقاص الوزن أكثر من المنافسات المباشرة.

ملخص

* ينمو طول القامة بسرعة خلال أول سنتين من العمر، ويمكن للطفل أن يصل إلى ٥٠٪ من طول قامته فى البلوغ خلال أول سنتين من عمره، ثم يبدأ بعد ذلك معدل النمو فى البطء خلال مرحلة الطفولة Childhood.

* يزيد معدل النمو بشكل ملحوظ قبل البلوغ مباشرة ثم يلى ذلك نقص فى معدل نمو الطول حتى يبلغ المراهق طول القامة الكامل فى عمر حوالى ١٦,٥ سنة للبنات و ١٨ سنة للبنين، وتبلغ قمة معدل نمو الطول للبنات فى عمر ١٢ سنة، وللبنين فى عمر ١٤ سنة، وتبلغ البنات قبل البنين بحوالى ٢-٢,٥ سنة.

* لكل من عظام الجسم الطولية عمر معين تستكمل فيه عملية العظم ثم لا تنمو بعد ذلك هذه العظام وغالبا ما تكتمل عملية العظم للذكور فى عمر ٢٠ سنة وتسبق البنات البنين بسنتين.

* يعتبر التدريب أساسا هاما للنمو الطبيعى للعظام، وقد يكون للتدريب تأثير قليل على طول العظام أو قد لا يكون، ولكن التدريب يزيد من عرض العظام وكثافتها بنتيجة تخزين المزيد من الأملاح المعدنية وبالتالى تزداد قوة العظام.

* تؤدى الإصابات إلى ضمور عملية نمو العظام حيث تتمزق الأوعية الدموية وهذا يؤدى إلى ضعف معدل نمو العظام، ويمكن أن يتسبب الكسر إلى اختلاف طول الرجلين مثلا حيث تصبح الرجل المصابة أقصر من الأخرى.

* يؤدى التهاب الألواح الكردوسية الذى يحدث للرياضيين الناشئين عند تكرار حركة الرمى إلى إصابات مزمنة فى المفاصل، وهذا يحدث أيضا للسباحين الصغار ولاعبى التنس نتيجة تكرار التهابات الألواح الكردوسية فى منطقة الكتف للسباحين والمرفق للاعبى التنس.

* يزيد نمو العضلات خلال فترة النمو من ٢٥٪ من وزن الجسم من الميلاد إلى ٥٠٪ أو أكثر بعد البلوغ.

* يصل معدل العضلات إلى قمته عند البلوغ ويرجع ذلك إلى الزيادة المفاجئة فى إنتاج هرمون التستوستيرون والتى تتضاعف ١٠ مرات ولا يحدث ذلك بالطبع بالنسبة للبنات.

* تبلغ قمة نمو العضلات للبنات فى عمر ١٦-٢٠ سنة، وللبنين من ١٨-٢٥ سنة ويزيد طول العضلة عن طريق زيادة إضافة الساركومير وكذلك زيادة طول الساركومير.

* تتكون الخلايا الدهنية ويبدأ التخزين فى هذه الخلايا منذ المرحلة الجينية المبكرة وتستمر هذه العملية حيث يمكن لكل خلية الزيادة فى الحجم طوال حياة الإنسان، ويتحدد عدد الخلايا الدهنية فى بداية الحياة.

* مع نمو الطفل تتحسن مقدرته على التوازن والرشاقة والتوافق، ويرجع ذلك إلى نمو الجهاز العصبى، حيث يجب أن تتم تغطية الألياف العصبية بالغشاء الميولينى Myelination.

* تظل الأجهزة الوظيفية تنمو حتى مرحلة البلوغ وكذلك قبلها ثم تحدث هضبة فى النمو (توقف النمو) يلى ذلك انخفاض معدلات النمو مع زيادة العمر.

* تنمو المقدرة الحركية لدى البنات والبنين حتى عمر ١٧ سنة وعند البلوغ تصل البنات إلى هضبة فى معظم الاختبارات، وهذا التطور

يحدث كنتيجة مبدئية لنمو الجهاز العصبى العضلى والهرمونى وكنتيجة ثانوية لزيادة نشاط الطفل.

* تنمو القوة العضلية مع زيادة حجم العضلة وتصل القوة إلى القمة لدى البنات فى عمر ٢٠ سنة ولدى البنين فى عمر ٢٠-٣٠ سنة.

* وبالنسبة للدفع القلبى فإن صغر حجم القلب وحجم الدم الكلى لدى الأطفال يؤدى إلى انخفاض حجم الضربة، سواء أثناء الراحة أو أثناء التدريب مقارنة بالكبار ويعوض ذلك لدى الأطفال بزيادة معدل ضربات القلب.

* يصل الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين إلى القمة فى خلال المرحلة السنية من ١٧-٢١ سنة للذكور ومن ١٢-١٥ سنة للإناث.

* يقل مستوى السعة اللاهوائية لدى الأطفال ويرجع ذلك إلى انخفاض سعة الجلكزة اللاهوائية (تكسير الجليكوچين لتوليد الطاقة فى غياب الأكسچين) وهذا الانخفاض فى سعة الجلكزة يرجع إلى انخفاض نشاط إنزيم فسفو فركتو كينيز Phosphofructokinase وهو الإنزيم المسئول عن تفاعلات الجلكزة اللاهوائية.

* العتبة الفارقة اللاهوائية أو عتبة اللاكتات Threshold Lactate كما يعبر عنها بنسبة مئوية من الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين لا تعتبر عاملا معوقا لدى الأطفال.

* يعتبر الأطفال أكثر قابلية لإصابات وأمراض الحرارة والبرودة مقارنة بالكبار، وتقل كفاءة الأطفال للتدريب عند زيادة حرارة الجو.

* يجب مراعاة أن الطفل لا يعتبر شخصا كبيرا بالغا، فالطفل يختلف فسيولوچيا عن الشخص البالغ ويجب اعتباره كذلك.

* اتضح أن تدريب القوة العام ليس نشاطا خطرا مع الأطفال فى مرحلة ما قبل المراهقة. إذا ما تم الإشراف الجيد، والتدرج الجيد وعلى العكس يمكن لبرنامج تمرينات المقاومة المقنن أن يقى من الإصابات نتيجة تقوية العضلات المحيطة بالمفاصل وإن لم يتضح بعد تأثير هذه التمرينات على الأنسجة الضامة مثل الأربطة والأوتار.

* يمكن تنمية القوة خلال مرحلة ما قبل المراهقة فى شغل القوة النسبية مقارنة بالبالغين والكبار.

* تعتبر الشدة هى المكون الهام من مكونات الحمل التى تحدد تنمية القوة خلال مرحلة ما قبل المراهقة.

* ما زالت هناك حاجة لتحديد مكونات حمل التدريب من ناحية عدد التكرارات والمجموعات وعدد مرات التدريب الأسبوعى.

* تنمية القوة خلال مرحلة ما قبل المراهقة يمكن أن ترجع أساسا إلى تحسن نشاط الجهاز العصبى العضلى والتوافق الحركى وليس التضخم العضلى.

* لا يمكن الاحتفاظ بمستوى القوة التى تم تنميتها من خلال التدريب لمرة واحدة أسبوعيا.

* التأثير بعيد المدى لتمرينات القوة لا يتداخل مع النمو الطبيعى للياقة الجهاز التنفسى (بدورة التنفس) وقد يؤدى إلى تأثيرات إيجابية تحت ظروف خاصة.

* ما زالت العلاقة بين تحسن الأداء الرياضى وتنمية القوة العضلية كنتيجة للتدريب فى مرحلة ما قبل المراهقة تحتاج إلى تحديد وعامة فإن اللياقة الحركية تزيد.

* لا يحدث تغير فى تركيب الجسم (نسبة الدهون ونسبة وزن الجسم الخالى من الدهون) تحت تأثير تدريبات المقاومة.

* لا يمكن تجاهل خطورة إصابة الجهاز العضلى العظمى بنتيجة تدريب المقاومة خلال مرحلة ما قبل المراهقة بدون الإشراف السليم.

* تبدأ ملاحظة علامات النمو الجنسى لدى البنات اعتبارا من عمر ٧-٨ سنوات ويبدأ ظهور النمو بشكل سريع لدى البنات عند بلوغهن عمر ١١-١٢ سنة؛ لذلك يصبحن أطول وأسرع من البنين من نفس العمر.

* يتساوى معدل النمو لدى البنات والبنين فى عمر ١٣-١٤ سنة يظهر لدى الفتاة أول طمث فى عمر ١٢-١٥ سنة، وعندما ينتظم الطمث ويتكرر بشكل إيقاعى خلال دورة الطمث Menstrual Cycle.

* يقل التمثيل الغذائى القاعدى لدى المرأة مقارنة بالذكور نتيجة لاختلاف تركيب الجسم بينهما.

* تزيد الكتلة العضلية لدى الذكور وتقل نسبة الدهون والعكس لدى الإناث، حيث تزيد نسبة الدهون وتقل الكتلة العضلية.

* عدم وجود فروق بين الجنسين فى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين حتى عمر ١١-١٢ سنة، ثم يبدأ تطور الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين لدى البنات فى البطء نتيجة زيادة إلى قمة الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين خلال الفترة من ١٦-٢٠ سنة.

* مقدرة الإناث على زيادة تكوين حامض اللاكتيك أقل نتيجة لصغر حجم عضلاتهن مقارنة بالذكور.

* لا توجد فروق بين الجنسين فى العتبة الفارقة اللاهوائية أو للكتات Lactate Threshold كما يعبر عنها بنسبة مئوية من الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين.

* يزيد حامض اللاكتيك فى الدم لدى الإناث عند أداء حمل بدنى فى أقل من الأقصى مقارنة بالذكور، ويرجع ذلك إلى أن هذا الحمل أكثر ضغط عليهن.

* بالنسبة للبيئة الباردة فإن الإناث أقل إنتاجا للحرارة سواء من خلال التدريب أو الارتعاش، لأنهن أقل فى تكوين النسيج العضلى، ولكن لديهن المزيد من الدهون التى تشكل عازلا حراريا.

* يعتبر مستوى اللياقة البدنية والأقلمة أكثر أهمية من اختلاف الجنسين عند الاستجابة للتدريب فى الجو الحار، أما بالنسبة للبيئة الباردة فإن الإناث أقل إنتاجا للحرارة سواء من خلال التدريب أو الارتعاش؛ لأنهن أقل فى تكوين النسيج العضلى، ولكن لديهن المزيد من الدهون التى تشكل عازلا حراريا.

* تظهر الفروق بين الجنسين فى القوة بعد البلوغ، حيث يصبح الذكور أقوى من الإناث نتيجة زيادة كتلة العضلة.

* إذا ما تم نسبة القوة العضلية إلى وزن الجسم الخالى من الدهن LBW أو إلى مساحة المقطع العرضى فإن الفرق بين الجنسين لا يوجد، وعامة فإن قوة الإناث بعد عمر ١٦ سنة تصل إلى ثلثى قوة أقرانهن من الذكور.

* تقل الفجوة بين كلا الجنسين تدريجيا عاما بعد عام، ويزيد معدل تقدم الإناث سنويا أكثر من معدل تقدم الذكور، وهو خلاصة العلاقات المتبادلة بين العوامل المورفولوچية والفسيولوچية والبيئية.

* من أهم العوامل المؤثرة فى تدريب الإناث عند تخطيط الدورة المتوسطة مراعاة تنسيق مكوناتها تبعا للدورة الشهرية للأنثى والتى تستغرق عادة فى المتوسط ٢٨ يوما.

* تعتبر أصعب فترات الدورة الشهرية للتدريب أو المنافسة هى مرحلة ما بعد الطمث، حيث يلاحظ على الفتاة خلال هذه المرحلة انخفاض الكفاءة البدنية وزيادة مستوى الاستثارة والشعور بالتوعك وضعف الانتباه والتركيز، وقد تحدث آلام فى منطقة الحوض أو أسفل البطن، وقد تستمر هذه الأعراض أيضا خلال مرحلة الطمث.

* تشير الدراسات العلمية أن سن البلوغ وحدوث الطمث للمرة الأولى يتأخر لدى الفتيات اللاتى يبدأن التدريب العنيف فى فترة مبكرة من أعمارهن كلاعبات الجمباز.

* الشيخوخة هى : عمليات طبيعية تحدث تدريجيا فى مظهر الجسم ووظائفه وتحمله للضغوط، وتعرف الشيخوخة بأنها «الفقد التدريجى للسعات الفسيولوچية».

* تحدث تغيرات فسيولوچية عديدة مصاحبة للشيخوخة ولكنها تخضع للفروق الفردية بشكل كبير.

* التدريب الهوائى المنتظم يحمى من أمراض القلب - التدريب يساعد على انخفاض ضغط الدم - التدريب يقى من مرض السكر من النمط الثانى - التدريب يقى من هشاشة العظام - التدريب يقوى العضلات - التدريب يستهلك سعرات حرارية ويحافظ على الوزن - التدريب يقى من فقد الكتلة العضلية - التدريب يبطئ من عمليات الشيخوخة - التدريب يساعد على المرونة - التدريب يجعل كل يوم أكثر سعادة.

* تعتبر أفضل الأنشطة الرياضية لكبار السن هى الأنشطة الإيقاعية ويأتى فى مقدمتها السباحة والمشى والهرولة والجرى والدراجات.

* قبل جرعة التدريب يجب القيام بالتسخين لفترة ٢-٥ دقائق باستخدام تمرينات خفيفة ثم تمرينات مطاطية.

* تستخدم تشكيلات الأحمال الملائمة من حيث الدوام والتردد والشدة.

* البدء ببطء والتقدم تدريجيا لإعطاء فرصة للجسم للتكيف مع التدريب دون الوصول إلى حالة التدريب الزائد.

* ينصح بأداء تمرينات منخفضة الشدة لفترة طويلة أفضل من تمرينات عالية الشدة لفترة قصيرة.

* يؤدى تهدئة بعد الجرعة التدريبية لفترة ٢-٥ دقائق باستخدام تمرينات حقيقية وتمرينات مطاطية.

* مفتاح تحسن اللياقة الاستمرارية والانتظام فى التدريب.

* يوصى الأطباء ومسئولو الصحة بزيادة النشاط البدنى كوسيلة لتحسين صحة العاملين منذ ٣٠٠ سنة ماضية.

* تفقد الصناعة الأمريكية كل عام ٣٢ بليون دولار و ١٣٢ مليون/ يوم عمل نتيجة وفيات العاملين المصاحبة لأمراض الجهاز الدورى (ارتفاع ضغط الدم - ضربة القلب HR - السكر - السمنة).

* انتشرت وطبقت فكرة اللياقة والصحة المثلى فى شركات چونسون وچونسون وزيروكس وجينرال موتور وموبيل.

* قلت تكاليف الرعاية الصحية للعامل فى السنة من ١٠٠-٤٠٠ دولار فى السنة.

* الفائدة الاقتصادية المجمعة حوالى ٥٠٠-٧٠٠ دولار للعامل فى السنة وهى بذلك ستكون كافية لتشغيل أحدث إمكانات برامج Wellness.

* زيادة تكاليف الرعاية الصحية أخذت تركيزا مكثفا لمدة لا تقل عن ١٠ سنوات؛ نظرا لزيادة الصرف السنوى على الرعاية الصحية لأكثر من ترليون دولار لتحسين الرعاية للعاملين.

* توجهت معظم الإستراتيچيات على تقليل ترجمة الصرف على الرعاية الصحية من خلال خطوات، مثل زيادة فاعلية تنظيم الرعاية الصحية وتقليل فترة الإقامة فى المستشفيات، وهذه الإجراءات أمكنها الاستمرار ولكن لفترة قليلة لتعود زيادة الصرف فى الارتفاع مرة ثانية؛ لذلك أصبحت الحاجة ماسة إلى إستراتيچيات جديدة.

* برنامج شركة چونسون و چونسون Johsnon and Jonson المسمى عيش للحياة Live for life أظهر أن السلوك الصحى خفض مصاريف الرعاية الصحية التى تصرف على المشاركين فيه.

* يجب تصميم البرامج مع رعاية طبيعة الجهد المبذول فى الوظيفة، فمثلا العاملين الذين تتطلب طبيعة عملهم عدم بذل جهد بدنى مثل العمل المكتبى يحتاجون إلى برامج عامة تشمل الدعائم الثلاث بين العمال الذين يعملون فى أعمال بدنية كبيرة يحتاجون إلى برامج خاصة تركيزا على تقوية الجذع وأسفل الظهر وأعلى الجسم.

اسئلة للمراجعة

١- ما هى خصائص النمو البدنى لطول القامة خلال مرحلة النمو؟
٢- ما خطورة إصابة العظام للناشئين ؟
٣- ما فائدة التدريب لعظام الناشئين ؟
٤- متى تنمو القوة وما سبب الزيادة السريعة المفاجئة لمستوياتها خلال النمو ؟
٥- ما أهمية مرحلة الطفولة فى الحفاظ على نسبة الدهن خلال مراحل الحياة المستقبلية؟
٦- لماذا يفضل تعليم الأطفال المهارات الحركية المركبة فى الصغر ؟
٧- لماذا يقل مستوى السعة اللاهوائية لدى الأطفال ؟
٨- ما رأيك فى تدريبات المقاومة للأطفال ؟
٩- ما الفرق بين تمرينات رفع الأثقال وتمرينات المقاومة بالأثقال ؟
١٠- ما الفرق بين الذكور والإناث فى التمثيل الغذائى القاعدى ؟
١١- لماذا يتفوق الذكور على الإناث فى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين بعد سن ١١-١٢ سنة؟
١٢- لماذا تقل قدرة الإناث على تكوين حامض اللاكتيك ؟
١٣- النساء أقل تحملا لزيادة الحرارة - لماذا ؟
١٤- كيف تنمو القوة العضلية لدى الإناث برغم عدم زيادة حجم العضلات ؟
١٥- كيف تنمو العضلات لدى لاعبات كمال الأجسام ؟
١٦- ما رأيك فى بعض المعتقدات الخاطئة عن تدريب المرأة ؟
١٧- ما هى أصعب فترات الدورة الشهرية لتحمل التدريب لدى الإناث ؟
١٨- ما هى أهم التغيرات المرتبطة بالشيخوخة ؟
١٩- ما هى فوائد ممارسة الرياضة لكبار السن ؟
٢٠- ما هى فائدة التدريبات الهوائية لكبار السن ؟
٢١- هل يمكن لكبار السن ممارسة تمرينات المقاومة ؟
٢٢- ما هى أفضل الأنشطة الرياضية لكبار السن ؟ ولماذا ؟
٢٣- ما هى مواصفات البرنامج التدريبى لكبار السن من حيث الحجم والشدة وعدد مرات التدريب ؟
٢٤- ما هى خصائص البرنامج التدريبى المتوازن لكبار السن ؟
٢٥- ضع بعض التوصيات لتدريب كبار السن ؟
٢٦- ما هى أهمية ممارسة الرياضة للعاملين فى حقل الإنتاج ؟
٢٧- ما هو العائد الاقتصادى لممارسة الرياضة فى حقل الإنتاج ؟

الشيخوخة **Aging**

هى عمليات طبيعية تحدث تدريجيا فى مظهر الجسم ووظائفه وتحمله للضغوط، وتعرف الشيخوخة بأنها «الفقد التدريجى للسعات الفسيولوچية».

النضج **Development**

يستخدم مصطلح النمو والبلوغ مرتبطين مع مصطلح النضج، حيث للنضج مجالين: أحدهما بيولچى ويرتبط بنمو الخلايا ووظائف الجسم وأنسجته وأعضاءه المختلفة، ويعتمد فى ذلك على الچينات، والمجال الثانى هو المجال السلوكى والمرتبط بسلوك الطفل وتعامله مع بيئته وانفعالاته.

النمو **Growth**

هو عبارة عن زيادة حجم الجسم نتيجة زيادة أحجام مكوناته، وهو يعرف بأنه نشاط بيولوچى يتم خلال أول عقدين فى عمر حياة الإنسان.

البلوغ **Maturation**

يصعب تعريف البلوغ؛ لأنه عادة عبارة عن وصف العمليات التى يحدث من خلالها البلوغ والتى فى مقدمتها البلوغ الجنسى والبلوغ العظمى؛ ولذلك فهى يعتبر عملية الإيقاع والتوقيت لتطور الحالة البيولوچية للإنسان.

دورة الطمث **Menstrual Cycle**

تستمر من اليوم الأول للطمث ولمدة ٢٨ يوما لدى حوالى ٦٠٪ من الفتيات ولمدة ٢١ يوما لدى ٢٦٪ ولمدة ٣٠-٣٥ يوما لدى ١٠-١٢٪، وتستمر فترة الطمث عادة ما بين ٣-٧ أيام وتختلف طبيعتها تبعا للحالة الصحية للفتاة والنمو البدنى العام والحالة الاجتماعية، ويتعرض جسم الفتاة خلال هذه الفترة إلى تأثير التغيرات الهرمونية مما يؤثر على جميع وظائف الجسم، وهذه التغيرات تمر بعدة مراحل وتتميز كل مرحلة منها بخصائصها الفسيولوچية، ويمكن تقسيم الدورة الشهرية التى هى ٢٨ يوما إلى خمس مراحل.

التعظم **Ossification**

أو تكوين العظام ويطلق على جسم التعظم Diaphysis وعلى كل نهاية للعظام الطويلة يطلق اسم الكردوس Epiphysis وتبدأ عملية التعظم من جسم العظم بداية من مركز التعظم ومن خلال تعظم الألواح الكردوسية Epiphyseal Plate فى طرفى العظمة التى تتحول من غضاريف إلى عظام تدريجيا ولكل من عظام الجسم الطولية عمر معين تستكمل فيه عملية التعظم ثم لا تنمو بعد ذلك هذه العظام وغالبا ما تكتمل عملية التعظم للذكور فى عمر ٢٠ سنة وتسبق البنات البنين بسنتين.



الفصل الخامس عشر

اللياقة البدنية بهدف الصحة

- الرياضة والأمراض المختلفة.
- السمنة.
- أمراض الشريان التاجى Coronary Artery Disease .
- ارتفاع ضغط الدم Hypertension.
- مرض السكر Diabetes Mellitus.
- هشاشة العظام Osteoporosis.
- ألم أسفل الظهر Low-Back pain.
- ألم الرقبة المزمنة Chronic Neck Pain.
- الربو Asthma.
- التهاب المفاصل Arthritis.
- الصداع والرياضة.
- مظاهر الكلى الرياضية Athletic Kidney.
- التدريب والألم العضلى الليفى Exercise and Fibromyalgia.
- التدريب مكتشف للأمراض الكامنة.
- اللياقة البدنية Physical Fitness.
- تقرير سيرجون العام عن النشاط البدنى والصحة.
- تركيب الجسم Body Composition.
- ضبط تركيب الجسم.
- التمرينات السالبة Passive Exercise.
- برامج التدريب الشخصى Personal Training Program.

يهدف هذا الفصل إلى:

- أن يتعرف القارئ على دور ممارسة الرياضة فى مقاومة أمراض قلة الحركة والأمراض المرتبطة بكبر السن وبعض الأمراض المختلفة.
- أن يتعرف القارئ على ظاهرة الصداع التى يشعر بها الرياضيون فى بعض الأنشطة الرياضية وفى بعض الأحيان، وأنواع هذا الصداع، وأسبابه، وكيفية علاجه.
- أن يتعرف القارئ على مظاهر الكلى الرياضية الناتجة عن تحول الدم إلى العضلات العاملة ونقصه عن الكلى، وكذلك الألم العضلى الليفى الذى يصاب به الرياضيون فى بعض الأحيان.
- أن يتعرف القارئ على دور التدريب البدنى فى كشف كثير من الأمراض الكامنة والتى لا تظهر إلا تحت درجات معينة من شدة حمل التدريب.
- أن يتعرف القارئ على اللياقة البدنية ومفهومها بالنسبة للرياضيين وبالنسبة لمن يمارسون الرياضة بهدف الصحة.
- أن يتعرف القارئ على مكونات الجسم وطرق قياس تركيب الجسم المختلفة وكيفية التحكم فى تركيب الجسم.
- أن يتعرف القارئ على برامج التدريب الشخصى المختلفة لتنمية اللياقة البدنية لمختلف الأعمار وفى مختلف الظروف، وكذلك كيفية التغلب على مشكلة ضيق الوقت لممارسة الرياضة.

الرياضة والأمراض المختلفة

تعتبر دراسات (چيرسى موريس Jeremy N. Morris) من لندن من أولى الدراسات التى ألقت الضوء على خطورة قلة النشاط البدنى والإصابة بأمراض القلب التاجية Coronary Heart Disease، حينما لاحظ فى لندن هو وزملاؤه عام ١٩٥٣أن خطورة الإصابة بهذه الأمراض تنتشر لدى آلاف السائقين غير النشطين بدنيا وعكس ذلك لدى المحصلين الأكثر نشاطا بدنيا (Haggerty, R.J. ١٩٧٧)، ويرتبط أسلوب الحياة الخاملة بزيادة خطورة الإصابة بأمراض التمثيل الغذائى والهرمونات، مثل السمنة والسكر ويصاحب ذلك أمراض مزمنة أخرى، مثل ارتفاع ضغط الدم وأمراض القلب التاجية والسرطان (Welmore & Costill, ١٩٤٤)

السمنة Obesity

ترتبط السمنة بكثير من الأمراض المزمنة، ولا تعتبر فى حد ذاتها عامل خطورة أولى للإصابة بأمراض القلب التاجية ولكنها الآن أصبحت تعتبر فى حد ذاتها عاملا خطرا مستقلا، فتوزيع الدهن بالجسم يعتبر عامل تنبؤ بأمراض القلب التاجية، كما وجد أن نسبة محيط «الخصر إلى المقعدة» Waist-to-hip أكثر ارتباطا بزيادة الخطورة أكثر من أى معايير أخرى للسمنة، ويعتبر الأفراد المصابون بزيادة كميات الدهن حول الوسط android Obesity أكثر من غيرهم ممن تزيد كميات الدهن فى الجزء السفلى من الجسم Gynoid Obesity تعرضا للأمراض.

ترجع السمنة إلى تلك الحالة التى تزيد فيها كمية الدهون بالجسم، ويعبر عنها بالنسبة المئوية للدهن بالجسم، حيث يعتبر الشخص سمينا إذا زادت نسبة الدهون فى الجسم للرجال عن ٢٥٪ وللسيدات عن ٣٥٪، وتعتبر نسبة الحد الفاصل بين المستوى العادى والسمنة للرجال ما بين ٢٠-٢٥٪ وللسيدات ما بين ٣٠-٣٥٪. (Venderando et al., ١٩٩٨).

آلية إنقاص الوزن:

مشكلة السمنة ليس من السهل علاجها بمجرد توصية الفرد «تقليل الطعام وزيادة التمرين» ولكن لابد أن يستخدم المدخل الشامل لضبط الوزن A comprehensive Approach To Weight Control.

وهذا يعنى استخدام مجموعة من الأساليب معا فى وقت واحد وأقلها هو استخدام ثلاثة أساليب هى التغذية والتمرين وتغيير السلوك، وتستخدم جامعة بنسلفانيا - كلية الطب برنامجا شاملا من خمسة مكونات LEARN حيث يرمز كل حرف لإحدى الأساليب.

أسلوب الحياة	Lifestyle
التمرين	Exercise
الموقف	Attitudes
العلاقات	Relationships
التغذية	Nutrition

وسوف نركز هنا على آلية استخدام التمرين Exercise لضبط الوزن كما حددها ويلمور وكوستيل Wilmore and Costill ١٩٩٤ فيما يلى:

١- تأثير التدريب على تركيب الجسم Body Composition

يمكن للتدريب البدنى أن يغير من تركيب

الجسم وإن كان الكثير يعتقد أن تأثير التدريب يعتبر محدودا فى ذلك، غير أن حساب مقدار الطاقة المستهلكة خلال التدريب وحده لا يعطى الصورة الكاملة؛ نظرا لأن عملية التمثيل الغذائى تستمر عالية لفترة معينة بعد نهاية التدريب وهذه الطاقة الزائدة يغفلها البعض عند حساب تكاليف الطاقة للأنشطة المختلفة (Welmore &١٩٩٤ Costill,).

قام زيوت وجولدين عام Zuti, ١٩٧٦ W.B., And Golding, L.A. بدراسة مقارنة بين تأثير النظام الغذائى والتدريب وحده والمزج ما بين النظام الغذائى والتدريب، وأظهرت نتائج الدراسة نقص الوزن للمجموعات الثلاث، بينما نقص الوزن أكثر لدى مجموعتى التدريب، وكان الفارق الرئيسى بين مجموعة النظام الغذائى ومجموعتى التدريب هو أن اكتساب مجموعة التدريب زيادة فى وزن الجسم الخالى من الدهن وهو ما فقد فى مجموعة النظام الغذائى.

التدريب والشهية

يعتقد البعض أن التدريب ينبه الشخص بحيث تزيد شهية تناوله الطعام ليعوض ما فقده من سعرات خلال التدريب، وبناء على نتائج دراسة جين ماير ١٩٥٤ Jean Mayer أن الحيوانات التى تدربت يوميا لمدة من ٢٠ دقيقة إلى ساعة كان تناولها للغذاء أقل من الحيوانات التى لم تتدرب (Harris et al.,١٩٨٣).

وقد يرجع نقص الشهية بعد التدريب كنتيجة لزيادة مستويات هرمونات catecholamine (الإبنفرين والنورابنفرين) والتى قد تثبط الشهية، كما أن زيادة درجة حرارة الجسم الناتجة عن ارتفاع شدة التمرين أو ارتفاع درجة حرارة وزيادة نسبة الرطوبة فى الجو قد تؤدى أيضا إلى تثبيط الشهية (Welmore & Costill,١٩٩٤).

التدريب والتمثيل الغذائى وقت الراحة

اهتم الباحثون فى أواخر الثمانينيات وبداية التسعينيات بكيفية تأثير التدريب على التمثيل الغذائى وقت الراحة، نظرا لأنه يمثل نسبة كبيرة من الطاقة الكلية للفرد فى حدود ٦٠-٧٠٪، وبالرغم من حجم الدراسات الكثيرة إلا أن دور التدريب والتمثيل الغذائى وقت الراحة لم يتضح كاملا، فقد أثبتت بعض الدراسات أن متسابقى الجرى ذوو المستوى العالى يزيد لديهم التمثيل الغذائى فى الراحة مقارنة بغير المدربين من نفس السن والحجم وان كانت هناك دراسات أخرى لم تثبت ذلك (Poehlman,١٩٨٩).

تأثير التدريب على تعبئة دهون الجسم

تتحرر الأحماض الدهنية من مخازنها أثناء التدريب لتستخدم كوقود للطاقة، وتشير عدة دراسات إلى أن المسئول عن ذلك هو هرمون النمو الذى يزيد تركيزه فى الدم تحت تأثير التدريب ويستمر عالى التركيز لعدة ساعات خلال الاستشفاء بعد التدريب، كما أظهرت دراسات أخرى أن النسيج الدهنى يكون أكثر حساسية لتأثير زيادة هرمونات Catecholamins (١٩٩٤ Welmore & Costill,).

إنقاص الدهن الموضعى Spot Reduction

أثبتت الدراسات الحديثة أن إنقاص الدهن الموضعى لمنطقة معينة لا يحدث تحت تأثير التدريب؛ نظرا لأن الدهون تسحب مع جميع أجزاء الجسم وليس المنطقة التى يتم تدريبها

(Gwinup, et al.١٩٧١)، وفى دراسة أخرى عن التـأثير الموضـعى لتدريب منطقـة البطن لمدة ٢٧ يوما ولم يجد الباحثون أى فروق معنوية بين تغير مقـاييس خلايا منطقة البطن وغـيرها من المناطق الأخرى (Katch et al., ١٩٨٤).

قـام ويلـمـور Wilmore ١٩٨٧ بدراسـة مـرجعـية شـملت مـجمـوعات الدراسـات التى اهتمت بتـأثير التدريب على تركيـز الجسم ووجد أن معظم بـرامج التدريب استـمرت فـترة ٧-٢٢ أسبـوعا، وبلغت نسـبة نقص الدهن ١,٥-٥٪، كـمـا أن نسـبـة وزن الجـسم الخـالى من الدهن انخفضت فى المتوسط فى عدد ١٧ دراسة من بين ٥٥ دراسـة، وفى ١٢دراسة بلغت كـميـة نقص الدهن فـى الرجـال والسـيـدات ٢,٦-٣,١٤ كيلوجرام.

حـدد فنراندو (Venerando et al., ١٩٨٨) ثلاث مـراحل لعلاج السـمنة باسـتخدام النشـاط البدنى بعـد تقويم حـالة الفرد البدنـية والصحـية وتقويم مقدرة الفرد على أداء الأنشطة اليومية.

المرحلة الأولى : استـعـادة تنبيه المفـاصل والعـضـلات باسـتـخـدام التـمـرينـات الأيزوتونيـة والأيزومترية.

المرحلة الثـانيـة : تحـسين الجـهـاز الدورى والجـهاز العـضلى بواسطة التمرينات الديناميكية.

المرحلة الثـالثة : استـمرارية تحسين فـاعلية أجـهـزة الجسم المخـتلفـة بواسطة التـدريـب المنتظم الهوائى.

جدول (٧٦)

برنامج التدريب الحركى (المرحلة الأولى) يستمر لمدة ٤-٨ أسابيع بصفة يومية

التمرينات	المواصفات
تمرينات مطاطية	٨-١٠ دقائق.
تمرينات بدون أدوات	٢-٦ دقائق مـجموعـات تكرر ٣-٥ مرات يومـيا من ٢-٤ أسابيع.
تمرينات بأدوات صغيرة دمبلز / كرة طبية	٢-٦ دقائق مـجمـوعات تكرار ٣-٥ مرات بـثقل من ١-٥ كيلوجرام يتخللها فترة راحة دقيقة يوميا لمدة ٢-٤ أسابيع.

جدول (٧٧)

برنامج تدريب المرحلة الثانية

التمرينات	المواصفات
تمرينات مطاطية وتمرينات بدون أدوات	٨-١٠ دقائق.
أنشطة هوائية	من ١٥-٦٠ دقيقة مع إضافة ٥ دقائق كل أسبوع وبشدة ٥٠-٧٠٪ من أقصى معدل البطن.
تمرينات التهدئة	٥-١٠ دقائق.

جدول (٧٨)

برنامج تدريب المرحلة الثالثة

التمرينات	المواصفات
تمرينات مطاطية وبدون أدوات	١٠-١٥ دقيقة .
تمرينات تحمل جرى - سباحة دراجات.. إلخ	٢٠-٣٠ دقيقة.
ممارسة إحدى الأنشطة الرياضية (تنس - ألعاب الكرة.. إلخ)	٣٠-٦٠ دقيقة.

أمراض الشريان التاجى

Coronary Artery Disease

كلما تقدم الإنسان فى العمر تضيق تدريجيا الشرايين التاجية التى تمد عضلة القلب بالدم كنتيجة لتكوين صفائح دهنية Fatty Plates على طول الجدار الداخلى للشريان، وترجع هذه العمليات إلى تصلب الشرايين Atherosclerosis وعندما يصل التصلب إلى الشرايين التاجية تسمى مرض الشريان التاجى، ويتسبب ضيق الشرايين التاجية فى تقليل إمداد عضلة القلب بالدم ويصبح الجزء الذى يقوم الشريان بتغذيته بالدم فى عضلة القلب فى حالة إسكيميا Ischemia (منع الدم) وهذا يسبب شعورا بالألم فى الصدر نتيجة الذبحة الصدرية Angina Pectoris ويتعرض الفرد لهذه الحالة لأول مرة خلال فترات الجهد البدنى أو الضغط حينما تزداد متطلبات عضلة القلب من الدم، وعندما يتوقف سريان الدم لأحد أجزاء

عضلـة القلب يمكن أن تؤدى عمليـة نقص الدم (أسكيميا) إلى الجلطة Heart Attack نظرا لنقص الدم عن عضلة القلب، وبالتالى نقص الأكسچين مما يتسبب فى تلف وموت الخلايا وقد يؤدى ذلك إلى الوفاة (Wilmore, Costill, ١٩٩٤).

وهناك أكثـر من ١٠٠ ورقة دراسيـة تؤكد وجـود علاقـة بين قلة النشـاط البدنى وأمـراض القلب التاجية وأن خطورة الإصابة بالجلطة Heart Attack تتضاعف ٢-٣ مـرات لدى غير النشطين بدنيا مقارنة بغيرهم من النشطين بدنيا (Wilmore, Costill).

جدول (٧٩)

آليـات دور النشـاط البدنـى فى تقليل الإصابة بأمراض القلب التاجيـة عن Fox et al., 1994

زيـــادة	نقـــص
زيادة الشعيرات الدموية التاجية	مستويات دهنيات السيرم ثلاثى الجلسرين الكوليسترول
حجم الوعاء الدموى	تحمل الجلوكوز
فاعلية عضلة القلب	السمنة
فاعلية توزيع الدم الطرفى وعودته	الصفائح اللزجة
سعة نقل الإلكترونى	ضغط الدم الشريانى
كتلة كرات الدم الحمراء	معدل القلب
حجم الدم	القابلية لعسر النطق زيادة ردود الأفعال العصبية الهرمونية
وظيفة الغدة الدرقية	الشد المصاحب للضغط النفسى
إنتاج هرمون النمو	
تحمل الضغط	

دور النشاط البدنى فى تقليل خطورة الإصابة بأمراض الشريان التاجى

الإصابة بأمراض القلب التاجية بناء على نتائج الدراسات أمكن للجمعية الأمريكية للقلب أن تصدر بيانها بأن النشاط الهوائى المنتظم يلعب دورا هاما فى الوقاية الأولية والثانوية من أمراض الجهاز الوعائى القلبى.

يعتبر أورنيش ١٩٩٠ Ornish أول من قدم عملا علميا عن أهمية تنظيم أسلوب الحياة غرض الشريان التاجى حيا قام بدراسة على ٢٨ مريضا وقارنهم بمجموعة أخرى تخضع للعلاج الطبى العادى وبعد المتابعة لمدة عام لكلتا المجموعتين تحسنت حالة المجموعة التى استخدمت الأسلوب الطبى فقط بنسبة ٣٧,٨-٤٠٪ فيما تحسنت المجموعة التجريبية التى استخدمت برنامج أورنيش بنسبة ٤٢,٧-٤٦٪ ويحتوى برنامج أورنيش على تنظيم التغذية والامتناع عن التدخين وبالنسبة للتدريب يوصى بأداء تمرينات معتدلة الشدة (٣ ساعات أسبوعيا وبمعدل ٣٠ دقيقة لجرعة التدريب الواحد وبشدة من ٥٠-٨٠٪ من أقصى معدل للقلب) وأداء أساليب التخلص من التوتر لمدة ساعة يوميا، وتشمل تمرينات المطاطية والتنفس العميق والاسترخاء.

ارتفاع ضغط الدم Hypertension

يعتبر مرض ارتفاع ضغط الدم من أكبر المشاكل الصحية التى تواجهها المجتمعات الصناعية الحديثة.

ويقصد بارتفاع ضغط الدم وصول ضغط الدم فى الشرايين إلى مستوى أعلى من ضغط الدم الطبيعى.

حددت منظمة الصحة العالمية The World Health Organization ارتفاع ضغط الدم بأنه ما يزيد عن الحد الأقصى ضغط الدم الطبيعى للإنسان وهو ١٤٠/ ٩٠مم زئبق وتتفق على ذلك أيضا معظم الدراسات الحالية، ويؤدى ارتفاع ضغط الدم إلى كثير من المضاعفات المرضية الخطيرة، حيث يشير هاجبرج ١٩٩٠ Hagberg إلى أن ارتفاع ضغط الدم أكثر من ١٦٠/ ٩٥ يزيد من خطورة الإصابة بأمراض القلب التاجية ثلاثة أضعاف، كما تزيد خطورة الإصابة بأمراض احتقان القلب Congestive Heart Failure والسكتة القلبية (Kannel ١٩٨٤) Stroke.

أسباب المرض:

- زيادة تناول الأملاح بالطعام.
- قلة الحركة.
- السمنة.
- الانفعالات.
- عرض لأمراض أخرى مثل الكلى.

ينقسم ضغط الدم تبعا للأهداف العلاجية إلى نوعين هما :

١-ارتفاع ضغط الدم الأولى
Essentialy Primary Hypertension

وهو الأكثر انتشارا، حيث تمثل نسبة الإصابة به حوالى ٩٥٪ من مرضى ارتفاع ضغط الدم، وقد اتضح إمكان حدوث تأثير إيجابى لخفض مستوى ضغط الدم المرتفع لدى المرضى من هذا النوع، حيث يمكن أن يبلغ متوسط انخفاض الضغط السيستولى والدياستولى بحوالى ١٠ مم زئبق تحت تأثير تدريبات التحمل.

٢- ارتفاع ضغط الدم الثانوى
Secondary Hypertension

ويعتبر هذا ا لنوع من ضغط الدم أقل انتشارا، حيث تتراوح نسبة الإصابة من بين مرضى القلب حوالى ١٥٪ ويكون بسبب اختلال الوظائف الهرمونية ووظائف الكلى ؛ ونظرا لأن معظم المرضى يخضعون للعلاج بالعقاقير ومختلف وسائل العلاج الأخرى فإن الدراسات عن تأثير النشاط البدنى ما زالت قليلة (١٩٨٨ Venerado et al.,).

أساليب علاج ارتفاع ضغط الدم

تستخدم أساليب عديدة لعلاج ارتفاع ضغط الدم، وتختلف نوعية هذه الأساليب تبعا لحالة المريض، غير أن من أهم عوامل الوقاية من هذا المرض بصفة عامة هى:

تقليل تناول الملح فى الطعام، والتخلص من السمنة الزائدة وزيادة النشاط البدنى.

أشارت نتائج دراسات كثير من الباحثين أمثال كانل ١٩٨٦ Kannel et al. وكابلان ١٩٨٦ Kaplan، إلى أن حوالى ٢٠-٣٠٪ من المرضى الذين يعالجون بالعقاقير ظهرت لديهم أعراض مرضية جديدة كتأثيرات جانبية للعلاج بالعقاقير، وتشمل هذه التأثيرات التهاب المفاصل، والعنة أو العجز الجنسى والذبحة الصدرية، والإحساس بالكسل والخمول، وتؤكد نتائج دراسة كابلان ١٩٨٦ Kaplan إلى أن الأفراد الذين تم علاجهم بالعقاقير مازالوا فى حالة خطورة أكثر من أقرانهم الذين تم تخفيض ارتفاع الضغط لديهم بدون الوسائل الطبية.

ونظرا لما تسببه العقاقير الطبية من أعراض جانبية أخرى اتجه الباحثون إلى محاولة علاج مرضى ارتفاع ضغط الدم الأولى بدون استخدام العقاقير الطبية اعتمادا على بعض الأساليب الطبيعية وفى مقدماتها النشاط البدنى.

وتعتمد أساليب العلاج بدون العقاقير على تنظيم التغذية بما يساعد على إنقاص وزن الجسم بطريقة صحية، بالإضافة إلى ممارسة الرياضة من خلال البرامج التدريبية المقننة والتى تؤدى إلى تحقيق أهداف إنقاص الوزن والاسترخاء، والتخلص من التوترات العصبية، هذا بالإضافة إلى أن التأثيرات الإيجابية الأخرى للتدريب الرياضى تعتبر عاملا وقائيا ضد أمراض القلب كما يرى بيجورنوتروبا ١٩٨٧ Bjorntorp وكابلان ١٩٨٦ Kaplan وسيلس وهاجبرج ١٩٨٤ Seals, Hagberg.

أهمية النشاط البدنى لمرضى ارتفاع ضغط الدم

أكدت نتائج الدراسات المسحية أن المجتمعات الأقل تطورا صناعيا تتميز بقلة نسبة انتشار ارتفاع ضغط الدم بها مقارنة بالمجتمعات الأكثر تطورا من الناحية الصناعية، حيث تقل حركة الإنسان ونشاطه البدنى عادة، فقد وجد مونتوى (Montoye,١٩٧٢) أن الرجال الذين يبذلون طاقة يومية كبيرة يقل ضغط الدم لديهم بحوالى ٣مم زئبق عن أقرانهم ممن يزاولون نفس المهنة، غير أنهم أقل نشاطا بدنيا، سجلت دراسة كابلان ندرة ارتفاع ضغط الدم لدى الرياضيين حيث يوجد بنسبة تقل عن ١٪ فقط وبمستوى ١٦٠/ ١٠٠ مم زئبق لدى الرياضيين فى المرحلة السنية ١٤-٣٧ سنة، وهى بذلك تقل عن النسبة الطبيعية لأقرانهم من غير الرياضيين فى مثل هذه المرحلة السنية والتى عادة ما تتراوح ما بين ٥-١٠ (Kaplan, ١٩٨٦).

آليات التكيف لمرضى ارتفاع ضغط الدم

كيف يقل ارتفاع ضغط الدم نتيجة ممارسة الرياضة؟

١- تؤدى تمرينات التحمل المستخدمة إلى تقليل حركة الدورة الدموية أثناء الراحة، حيث يقل معدل القلب ٥-١٠ ضربة/ دقيقة.

يقل حجم الدفع القلبى فى الدقيقة مما يؤدى إلى تخفيض ضغط الدم على الشرايين.

٢- تؤدى تمرينات التحمل إلى تقليل المقاومة الطرفية كنتيجة لاتساع قطر الأوعية الدموية.

أظهرت الدراسات إمكانية حدوث تأثيرات إيجابية بعد حوالى ٦-٨ أسابيع، ويرجع ذلك إلى انخفاض المقاومة الطرفية للأوعية الدموية التى يصاحبها نقص فى مستويات هرمونات النورداربنالين بالبلازما، ويشير كيوناجو أركاوا Kiyonaga Arakawa ١٩٨٥ إلى أن ارتفاع ضغط الدم يمكن أن ينخفض بعد فترة ٣ أسابيع من التدريب ثم يظل ثابتا عند نفس المستوى حتى لو استمر التدريب إلى الأسبوع السابع.

وتتلخص فوائد الرياضة لمرضى ضغط الدم فى:

١- تخفيض ضغط الدم المرتفع.

٢- تقليل عوامل خطورة الإصابة بأمراض القلب التاجية مثل السمنة وزيادة دهنيات الدم.

٣- رفع مستوى الكفاءة البدنية.

٤- الإحساس العام بالصحة.

اعتبارات طبية قبل وضع برنامج رياضى لمرضى ارتفاع ضغط الدم

١- فحص حالة الكلى حتى لا تصاب بمضاعفات تنتج عن نقص سريان الدم إليها أثناء التدريب.

٢- فحص حالة القلب لتقليل خطورة تضخم عضلة القلب تحت تأثير التدريب واستخدام رسم القلب الكهربائى والأنشطة فوق الضوئية.

٣- فحص الدم للتأكد من المستويات الطبيعية لحامض اليوريك - البوتاسيوم - الكوليسترول.

٤- تحليل البول الكامل.

٥- فحص العين.

تصميم البرنامج التدريبى لمرضى ارتفاع ضغط الدم

تختلف أنواع النشاط الرياضى وبرامجها، وقد وجد أن أفضلها تأثيرا فى هذا المجال هو أنشطة التحمل «الأنشطة الهوائية» والتى يستمر الأداء خلالها لفترة طويلة كالمشى والجرى والسباحة وغيرها من أنشطة المهارات الحركية الرياضية، ويحذر من استخدام التدريبات الأيزومترية «الانقباضات العضلية الثابتة» أو تدريبات رفع الأثقال، حيث إنها تسبب فى زيادة كبيرة لارتفاع ضغط الدم الانقباضى والانبساطى، مما يشكل عبئا إضافيا على عضلة القلب، كما يحذر من استخدام التدريبات اللاهوائية (السرعة - القدرة - القوة) ويفضل استخدام شدة التدريب بمستويات منخفضة إلى متوسطة من تدريبات التحمل، من ٤٠- ٦٠٪ من الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين ولمدة أربعة أيام فى الأسبوع باستخدام فترة تسخين طويلة أكثر من ٥ دقائق مع

زيادة جرعة التدريب تدريجيا من ٣٠ - ٦٠ دقيقة، غير أن استمرارية التدريب لها أهميتها للحفاظ على انخفاض ضغط الدم، حيث إن الانقطاع عن التدريب لفترة ٣-٦ أسابيع يؤدى إلى عودة ارتفاع ضغط الدم مرة ثانية (١٩٩٧ Robergs et al,).

وقد استخلص تبتون ١٩٨٤ Tipton أن وضع برنامج تدريبى وفقا للشروط المحددة لمرضى ارتفاع ضغط الدم يمكن أن يكون له تأثير إيجابى يظهر فى شكل انخفاض ضغط الدم بمدى يتراوح ما بين ٥-٢٥ مم زئبق، كما أن سيلس وهاجبرج ١٩٨٤ Seals, Hagerg قد توصلا إلى إمكانية انخفاض ضغط الدم الانقباضى بمتوسط ٩ مم زئبق والانبساطى بمتوسط ٧ مم زئبق تحت تأثير برنامج رياضى تتوافر فيه الشروط السليمة.

مرض السكر Diabetes Mellitus

يعتبر مرض السكر من مجموعة الأمراض التى يطلق عليها أمراض أسلوب الحياة Lifestyle Diseases، وهو من أمراض اختلال التمثيل الغذائى، وينقسم مرض السكر إلى نوعين: النوع الأول هو TypeI أو المرتبط بالأنسولين Insulin Dependent والنوع الثانى هو TypeII أو غير المرتبط بالأنسولين Non Insulin Dependent (Venerando, et al.,١٩٨٨)

أسلوب علاج مرض السكر

يهدف علاج مرض السكر إلى تحقيق المستويات العادية لنسبة تركيز سكر الجلوكوز بالدم، ويتأسس العلاج على ثلاثة محاور رئيسية هى تنظيم الغذاء Diet والعقاقير المضادة للسكر Antidiabetic Drugs والنشاط البدنى Physical- Activity، ويذكر فرانيك ويسرمان ١٩٩٠ Vranic, Wasserman أن أهمية التدريب لمرضى السكر من كلا النوعين قد زاد الاهتمام بدراستهما بشكل كبير، وذلك من منطلق أهمية الرياضة من الناحية الفسيولوجية والبدنية والنفسية.

أهمية النشاط البدنى لمرضى السكر

تتلخص أهم التأثيرات الإيجابية لممارسة النشاط البدنى لمرضى السكر فى عدة اتجاهات تشمل التأثير الإيجابى المؤقت المرتبط باستهلاك الجلوكوز الزائد فى الدم كمصدر للطاقة للعضلات العاملة أثناء النشاط البدنى وزيادة حساسية الخلايا لهرمون الأنسولين مما يزيد من فاعليته للقيام بوظائفه فى نقل السكر الزائد من الدم إلى الخلايا العضلية والدهنية، ويزيد من التمثيل الغذائى لسكر الجلوكوز بالكبد وتحسن التأثير البيولوجى لهرمون الأنسولين وتقليل المقاومة الطرفيه للخلايا لتأثير هرمون الأنسولين وتقليل السمنة وتقليل دهنيات الدم والوقاية من أمراض الجهاز الدورى والتنفسى والتأثير النفسى الإيجابى المصاحب لممارسة الرياضة وزيادة القدرة على مواجهة الضغوط النفسية.

وتشير نتائج الدراسات إلى أن التدريب الرياضى يزيد من حساسية الخلايا العضلية للأنسولين بنسبة تزيد عن ٣٠٪ وذلك كنتيجة لزيادة عدد المستقبلات الحسية للأنسولين على غشاء الخلايا العضلى. (١٩٨٤) Koivisto et al، وقد لوحظ أن هذه الحالة لزيادة حساسية الأنسولين تحدث بعد أداء جرعة تدريبية واحدة يمكن أن تتسبب فى نقص سكر الجلوكوز بالدم بعد التدريب وخاصة مع مرضى السكر من النوع الأول؛ ولذلك لابد من التأكيد على تنظيم تناول

الكربوهيدرات أثناء التدريب مع مقدار الجهد البدنى المبذول ومراعاة تقليل جرعات الأنسولين، وعموما يصعب تحديد ذلك تحديدا دقيقا.

وتشير نتائج دراسات كينج وآخرون King et al.,١٩٨٤ إلى أن عدم النشاط البدنى يزيد من الإصابة بمرض السكر من النوع الثانى، كما أن ممارسة الرياضة لدى الأشخاص المصابين بالسمنة مع ارتفاع السكر قد تكون وسيلة للوقاية من زيادة مقاومة الأنسولين، وفى دراسة جين مارى ١٩٨٩ بهدف المقارنة بين مرضى السكر من النوع الثانى المستمرين فى التدريب البدنى بأقرانهم غير الممارسين لأنشطة بدنية اتضح وجود تأثيرات كبيرة للتدريب بعد ١٠ سنوات من المتابعة، حيث اتضح فى المجموعة المدربة انخفاض نسبة تركيز ليبوبروتين البلازما Lipoprotein وزيادة نسبة HDL-Cholestrol وهذا مفيد جدا لمرضى السكر، وبناء على نتائج الدراسة اتضح أن النشاط البدنى هو العلاج الرئيسى الهام لمرضى السكر من النوع الثانى.

هشاشة العظام Osteoporosis

هشاشة العظام تعنى نقص محتوى الأملاح المعدنية بالعظام، وهذا يؤدى إلى خطورة الإصابة بالكسور وعادة ما تبدأ هذه الأعراض فى نهاية الثلاثينيات من العمر وخاصة لدى المرأة، حيث تتضاعف نسبة الإصابة بالكسور مع بداية توقف الدورة الشهرية ٢-٥ مرات، وبصفة عامة فإن هناك ثلاثة عوامل رئيسية تساعد على حدة زيادة هذه الأمراض وهى :

- نقص هرمون الأستروچين.
- عدم كفاية امتصاص الكالسيوم وعدم كفاية النشاط البدنى.

لذلك فإن الجزء الرئيسى لعلاج هذه الحالة هو الممارسة الرياضية، حيث إن الانتظام فى الممارسة والتدريب الرياضى، بالإضافة إلى تأثيره على بناء العضلات فإنه أيضا يزيد من قوة العظام يتحسن إحساس الفرد بالاتزان مع أنه يقى المرأة من السقطات التى تتسبب فى إحداث الكسور، كما أن للتمرينات الرياضية تأثيرا فعالا وجيدا للاستفادة من أساليب العلاج بالأستروجين أو غيرها من الأساليب العلاجية لزيادة كثافة وقوة العظام؛ لذلك فإن إستراتيجية العلاج التى تقوم على التدريب الرياضى والتغذية المناسبة والعلاج الدوائى الملائم هى الوسيلة الناجحة والتى تعتبر أفضل كثيرا من الاعتماد على العلاج الدوائى وحده، وتذكرى دائما عزيزتى المرأة.. أنه لا توجد سن معينة لعدم مزاولة الرياضة المناسبة، ويعتبر المشى النشط أحد الأنشطة الرياضية المساعدة على علاج هشاشة العظام، ولا يحتاج إلى أية إمكانات خاصة أو أدوات أو أجهزة خاصة، وحتى إذا كانت هناك صعوبة فى المشى يمكن استخدام الدراجة الثابتة «الأرجومترية» ويكفى لذلك المشى لمدة ١٥-٢٠ دقيقة من ٣-٤ مرات أسبوعيا، وإذا كانت هذه الفترة كبيرة لعدم النشاط البدنى لمدة طويلة يمكن مع محاولة زيادة هذه الفترة تدريجيا دقيقة بدقيقة حتى يمكن الوصول إلى الفترة الزمنية المناسبة «١٥-٢٠ دقيقة» لإحداث التأثير المطلوب.

قبل أن تبدأ المرأة برنامجها التدريبى يجب استشارة الطبيب وخاصة إذا كان لديها بعض الأعراض المرضية فى الرئة أو القلب، أو غيرها وسوف يحدد الطبيب المستوى المناسب لأداء التمرينات.

وتفيد أيضا برامج التدريبات باستخدام الأثقال ولكن مع تجنب التمرينات التى تشكل عبئا قليلا على عظام الجسم.

ومن أجل علاج هشاشة العظام والوقاية منها باستخدام البرنامج العلاجى المتكامل دوائيا وغذائيا ورياضيا أنشئت فى أوربا والولايات المتحدة الكثير من المراكز الطبية العلاجية تحت هذا المسمى، من أجل هذا فنحن ندعوك سيدتى إلى اتباع المبدأ المعروف «الوقاية خير من العلاج» فاليوم هو يومك لبداية الوقاية من هشاشة العظام حيث تصبح عظامك تدريجيا رفيعة السمك وضعيفة التحمل سهلة الكسر، وهذه الوقاية أو المكافحة ضد هذا المرض ليست للسيدات فقط ولكنها أيضا للرجال، وإن كان ظهور أعراض هذا المرض أكثر لدى السيدات نظرا لارتباط ذلك بتغيرات النشاط الهرمونى بعد انقطاع الدورة الشهرية، لدرجة أن المرأة تفقد صلابة عظامها تدريجيا حتى تصل نسبة الفاقد إلى ٣٠٪ أو أكثر مع عمر ٧٠ سنة. إن أولى خطوات الوقاية هى دراسة العوامل المسببة لهذا المرض والمرتبطة بحياة الإنسان وهى أربعة عوامل أساسية تشمل فى بدايتها عدم ممارسة التدريب الرياضى ونقص أملاح الكالسيوم وفيتامين «د» وتناول العقاقير أو الكحوليات أو الكافيين والمشروبات الغازية لفترة طويلة من العمر والتدخين؛ لذلك فإن تغيير أسلوب حياة الفرد Lifestyle هو مفتاح النجاح الأول فى البرنامج الوقائى الذى يعتمد على ممارسة الرياضة وزيادة الحركة البدنية فى حياة الفرد اليومية بالابتعاد على الكسل مع مراعاة التغذية الجيدة وخاصة للعناصر الغذائية المساعدة على تقوية العظام مثل الأغذية ذات النسبة العالية فى الكالسيوم والألياف وقليلة الدسم.

وينصح بتناول الكالسيوم يوميا بما يعادل:

٨٠٠ ملليجرام للعمر ١٨-٥٠ سنة.

١,٦٠٠ ملجم للأمهات والحوامل تحت سن ١٩ سنة.

١,٢٠٠ ملجم للأمهات والحوامل فوق سن ١٩ سنة.

١,٠٠٠-١,٥٠٠ للسيدات فوق ٥٠ سنة وكذلك للرجال والسيدات فوق ٦٠ سنة.

وتحتاج أيضا إلى فيتامين «د» والذى يصنعه الجسم تحت أشعة الشمس ولكن استخدام الألبان يمكن أن يوفر ما يحتاجه الجسم دون التعرض لخطورة أشعة الشمس على الجلد، كما تساعد أيضا فى تحقيق ذلك الخضروات والأسماك بعظامها والبقول.

ألم أسفل الظهر Low-Back pain

تعتبر آلام أسفل الظهر من أكثر الأمراض التى يعانى منها نسبة كبيرة من الأفراد، وبالرغم من تأثيراته السالبة على الصحة، فهو أيضا يرتبط بالناحية الاقتصادية حيث يفقد الصناعة عدد كبير من أيام العمل التى تضيع فى الإجازات المرضية كما يصرف على علاجها الكثير من الأموال.

أسباب ألم الظهر

١- الوزن الزائد ٢- الانحناء الأمامى بكثرة ٣- حمل أثقال كثيرة ٤- التعرض لكثير من الاهتزازات ٥- الحاجة إلى مرونة الرجلين ٦- نقص مطاطية عضلات خلف الفخذ ٧- ضعف عضلات الجذع ٨- عدم توازن عضلات الجذع ٩- مشاكل سابقة فى الظهر ١٠- تحدث لبعض الرياضيين: جمباز - رمح - غطس رفع أثناء انزلاق - تجديف - سباحة الدولفين. ١١- تكرار حركات واسعة المدى وسريعة فى الجذع ١٢- زيادة العمر ١٣- هشاشة العظام ١٤- كثرة الحمل لدى المرأة.

دور التدريب فى الوقاية من ألم الظهر

تساعد اللياقة البدنية وأسلوب الحياة فى الوقاية من ألم الظهر، ويعتقد الكثير من الأطباء أن السبب الرئيسى لألم الظهر المزمن يرجع إلى عدم اللياقة البدنية، وبصفة خاصة انخفاض مستوى التحمل للمجموعات العضلية الكبيرة وهى العضلات الباسطة للظهر وعضلات البطن؛ ولذلك يجب الاستمرار فى التدريب لمنطقة أسفل الظهر للحصول على أقصى فائدة، كما أن التدريب الهوائى أيضا له أهمية فى العلاج والوقاية من الألم أسفل الظهر، كما وجد أن هناك علاقة قوية بين كل من وزن الجسم والتدخين ونقص النشاط البدنى وألم أسفل الظهر.

ولكن قبل البدء فى برنامج تدريبى للعلاج أو للوقاية من ألم أسفل الظهر يجب إجراء الفحص الطبى، كما يجب أن يتعلم الشخص الأوضاع الطبيعية للقوام، والتمرينات الأساسية للظهر وأن يستخدم إلى جانب التمرينات الهوائية أيضا تدريبات المقاومة.

عوامل خطورة ألم أسفل الظهر

- يزيد ألم أسفل الظهر مع زيادة العمر.
- تزيد خطورة ألم أسفل الظهر فى حالات ضعف تحمل التدريب.
- الضعف - عدم التوازن بين عضلات البطن والعضلات الباسطة للظهر - وزيادة الوزن وزيادة طول القامة.
- وجود تغيرات غير طبيعية فى بناء الجسم والقوام.
- حمل أشياء ثقيلة بطريقة غير سليمة أو لف الجذع أو الثنى أو التوقف المفاجئ والجلوس لفترة طويلة وخاصة فى حالة عدم وجود مسند مناسب للذراع أو العمود الفقرى.
- التدخين والكحة المزمنة يمكن أن يؤدى إلى ضغط على ما بين الفقرات.
- بعض الحالات النفسية مثل الاكتئاب والقلق وكذلك بعض المشاكل الاجتماعية مثل ضغوط العمل والبيئة.
- بعض حركات الأداء فى رياضة الجولف والتنس مثل حركات لف الجذع.
- الولادة وفقد قوة عضلات البطن بعد الولادة وحمل الطفل وكذلك تأثير الهرمونات المختلفة.

دور التدريب لألم أسفل الظهر

- مراعاة اتخاذ أوضاع الجسم السليمة أثناء الأداء.
- تجنب أى أوضاع لثنى الجذع أماما.
- عند محاولة رفع ثقل من أسفل إلى أعلى أو العكس لإنزال ثقل من أعلى إلى أسفل يجب ثنى الركبتين والثنى أو المد فى وضع رأسى دون الميل بالجذع للأمام.
- تجنب زيادة بسط الجذع.
- التسخين الجيد قبل الأداء والتهدئة المناسبة بعد الأداء.
- يجب تدريب مجموعات عضلات خلف الفخذ Hamstring وعضلات أسفل الظهر وعضلات نبض الفخذ والبطن، حيث إن عدم توازن وضعف هذه العضلات يؤدى إلى ألم أسفل الظهر.

- يجب استشارة الطبيب واتباع نصائحه فى تحديد مدى إمكانية التدريب.
- إذا ما شعر أى فرد بألم أسفل الظهر بعد التدريب يجب أن يجلس أو يرقد فى وضع مريح ويتم تبريد المنطقة المتأثرة بثلج، وفى حالة الإصابة بشد خفيف فى عضلات الظهر يجب أن يأخذ الفرد عدة أيام راحة من التدريب.

جدول (٨٠)

بعض التمرينات لمنطقة أسفل الظهر

م	الوضع الابتدائى	الحركة
١	رقود على الظهر وثنى الركبتين	ببطء ضم إحدى الركبتين على الصدر لمدة ٥ ثوان وتكرار ذلك للركبة الأولى.
٢	رقود على الظهر ثنى الركبتين والرجلين مضمومتان	ببطء يتم تحريك الرجلين معا لكلا الجانبين.
٣	من وضع الاستناد على اليدين والركبتين	تقوس الظهر لأعلى مثل حركة القط ولمدة ٥ ثوان ثم الاسترخاء.
٤	نفس الوضع السابق	التحرك ببطء للخلف لوقوع الصدر بين الركبتين ثم العودة للوضع الابتدائى.
٥	نفس الوضع السابق	ببطء ضم الركبة على الصدر ثم فردها للخلف ويكرر بالنسبة للرجل الأخرى.
٦	وقوف الظهر للحائط	ثنى الركبتين حتى يتم ضغط الحائط بواسطة منطقة أسفل الظهر - حرك قدميك بعيدا عن الحائط وبالتدريج أفرد الرجلين.
٧	رقود على البطن مع فرد الذراعين والرجلين	رفع ذراع واحد - الثبات - الارتخاء تغير الذراعين. رفع رجل واحدة - الثبات - الارتخاء تغير الرجلين.
٨	رقود مع ثنى للركبتين	فرد الظهر وتسطحه ضد مقاومة الأرضية مع انقباض عضلات البطن عند جذب الفخذين فى اتجاه البطن.
٩	أنشطة أخرى إضافية	مط الجانبين - تمرين البطن مع ثنى الركبتين من الرقود - الانبطاح المعدل وثنى الذراعين ورفع الرجلين من الرقود على الجانب ومطاطية عضلات خلف الفخذ - وخلف الساق والفخذ الأمامية.

ألم الرقبة المزمن Chronic Neck Pain

يعتبر أحد أسباب آلام الرقبة المزمن تصميم مكان العمل والقوام وعادات العمل واللياقة البدنية والضغوط ويصاحبه ألم الرقبة أيضا ألم الكتف.

بعض عوامل الخطورة للإصابة بآلام الرقبة والكتف

١- القوام الردىء وخاصة انحناء العمود الفقرى للرقبة للأمام Cervical Lordosis والتحدث Kyphosis.

٢- كبر الصدر للسيدات.

٣- ضعف عضلات الرقبة وخاصة العضلات القابضة Flexors والمدورة Rotators.

٤- الضغط Stress.

٥- عدم الرضا الوظيفى.

٦- رقابة العمل (تكرار الحركة أو الوضع).

٧- انحلال الأقراص ما بين الفقرات.

٨- ارتفاع أو انخفاض المقعد أو المكتب.

٩- ارتداء النظارات الطبية ذات العدسات المزدوجة Bifocais لقراءة شاشة الكمبيوتر.

١٠- التهاب المفاصل.

١١- إصابات سابقة للرقبة.

١٢- حمل أثقال لفترة طويلة (طفل - حقيبة . . إلخ).

الوقاية من آلام الرقبة

استخدام الجسم والقوام بشكل سليم يمكن أن يجنب الإصابة بآلام الرقبة، وهناك كثير من الوصايا لتعديل النشاط اليومى بما يحقق الحفاظ على القوام وأوضاع العمود الفقرى سليمة مثل الجلسة أثناء العمل أو السيارة وأثناء الرقود وحمل الأشياء الثقيلة، مع أداء التمرينات لتقوية عضلات الرقبة ومرونة المفاصل مع أداء تمرينات عامة لكل الجسم مثل المشى والهرولة والسباحة والدراجات.

مراعاة التسخين الجيد مع تجنب التمرينات العنيفة، ومراعاة الراحة والنوم وتجنب الإجهاد، وتغيير أوضاع العمل قبل الشعور بالتعب مع أداء المشى حول المكتب ومط عضلات الرقبة وتجنب الاهتزازات المفاجئة.

استخدام مخدة مناسبة الارتفاع أثناء النوم بما لا يدع الرقبة عالية بدرجة زائدة أو منخفضة عند الشعور بألم الرقبة يجب أداء ما يلى :

- الرقود.
- ضع ثلج أو حرارة.
- تدليك الرقبة والأكتاف.
- عمل تمرينات مطاطية لعضلات الرقبة.
- تجنب الجلوس على المكتب أو لقيادة السيارة لفترة طويلة وأخذ فترات راحة بينية مع تعديل الجلسة.
- اجعل العمل دائما فى مستوى النظر مباشرة حتى لا تنحنى بالرأس للأمام وكذلك الارتفاع بالجسم ليكون النظر مباشرة على المكان المطلوب ولا تميل الرأس للخلف.

الربو Asthma

الربو هو رد فعل الممرات الهوائية بالجهاز التنفسى وتظهر أعراضه فى شكل قصر التنفس «اللهث» والكحة، وتظهر هذه الأعراض نتيجة انقباض فى العضلات الناعمة المحيطة بالممرات الهوائية أو ورم لخلايا الفم وزيادة إفرازات الفم ويمكن أن يكون الربو نتيجة حساسية Allergic أو التدريب أو انفعال Environmental Irritants وتدخين السجائر وتلوث الهواء.

ويعتبر الربو من الأمراض المنتشرة فى البالغين وبنسبة أكبر لدى الأطفال وينقسم مرض الربو إلى نوعين هما :

- الربو الخارجى Extrinsic Athma.
- الربو الداخلى Intrinsic Athma.

يحدث الربو الخارجى بسبب مثيرات خارجية أو مواد تصيب الفرد بالحساسية مثل دخان السجائر وتلوث الهواء، أما الربو الداخلى فهو يحدث بسبب عوامل داخلية مثل إصابة الممرات الهوائية بتلوث بكتيرى ولم يفهم بشكل كامل.

فسيولوجية مرض الربو

وتظهر أعراض مرض الربو على شكل صوت كالصغير عسر التنفس وكحة جافة، وكثيرا ما تحدث أزمة الربو لحوالى ٨٠٪ من الأفراد، أثناء التدريب أو الاختبارات، وتحدث حالة أزمة الربو بسبب التدريب Exercise induced athma ويؤدى استنشاق الهواء البارد إلى زيادة إعاقة الممرات الهوائية أكثر من الهواء الدافئ.

يجب على مريض الربو قبل ممارسة الرياضة استشارة الطبيب وقد يشعر بمزيد من اللهث أثناء التدريب، غير أن ذلك لا يجب أن يجعله يتوقف عن التدريب؛ لأن التدريب قد يساعد على الاحتياجات التنفسية لأداء مختلف الأعمال ويجعله يستطيع ممارسة أعماله اليومية العادية بأقل نهجات وبأقل تعرض للأزمات الربوية.

التدريب لمرضى الربو

ذكر كل من روبرجس وربورتس ١٩٩٧ Robergs and Roberts بعض التوجيهات كدليل لمريض الربو عند ممارسة الرياضة والتدريب وتشمل.

قبل البدء فى ممارسة الرياضة يجب وضع خطة علاجية بواسطة الطبيب للوقاية وعلاج أزمة الربو بسبب التدريب.

اصطحاب جهاز الاستنشاق لتوسيع الشعب الهوائية فى كل وقت واستخدامه عند ظهر أو علامات الصغير.

يجب البدء بشدة فى حمل تدريب منخفض ثم التدرج فى الزيادة مع الوقت، حيث إن شدة حمل التدريب ترتبط مباشرة بحدوث الأزمة بسبب التدريب.

تقليل شدة حمل التدريب فى حالة ظهور أعراض الأزمة.

استخدام جهاز الاستنشاق لعدة دقائق قبل التدريب لتقليل إمكانية حدوث أزمة الربو بسبب التدريب.

يجب استخدام نتائج اختبار الجهاز التنفسى أثناء التدريب لتصميم البرنامج التدريبى المناسب.

تناول الماء قبل وأثناء التدريب.

إعطاء وقت كاف للتسخين والتهدئة.

تظهر أعراض أمراض الجهاز التنفسى إذا ما كانت البيئة التى يتم خلالها التدريب باردة أو حارة جدا أو كان الهواء ملوثا.

يتدرب فقط الأشخاص الذين ثبتت عندهم حالة أزمة الربو.

إذا لم يتم التخلص من الأزمة بواسطة العلاج الطبى يجب الانتقال فورا إلى المستشفى.

يمكن أن يرتدى الشخص قناعا للوجه أثناء التدريب يساعده فى المحافظة على دفء ونقاء هواء الشهيق وبكل إمكانية حدوث الأزمة.

تصميم برنامج تدريبى مبسط

نوع التدريب : استخدام التمرينات المتحركة مثل المشى والدراجات والسباحة، ويجب عدم استخدام تمرينات الأطراف العليا بشدة، نظرا لمتطلبات التهوية الرئوية التى تزيد عند استخدام الأطراف العليا عن الأطراف السفلى ويستثنى من ذلك السباحة نظرا لكون الشخص يقوم باستنشاق الهواء الرطب.

الشدة: تستخدم الأحمال ذات الشدة المنخفضة أكثر من الشدة العالية، وتحدد الشدة وفقا لحالة الفرد ولياقته البدنية.

الدوام: استخدام فترة أكثر من ١٠ دقائق من متدرجة فى الشدة للتسخين والتهدئة ويزيد زمن الجرعة التدريبية تدريجيا من ٢٠-٤٥ دقيقة.

التهاب المفاصل Arthritis

يعتبر مرض التهاب المفاصل الروماتزمى Rheumatoid Arthritis أكثر أشكال الالتهابات المفصلية انتشارا وخاصة ما بين كبار السن وهو يرجع إلى التهاب الغشاء المحيط بالمفاصل والذى يصاحب غالبا بالألم والورم فى مفصل أو أكثر من المفاصل الرئيسية.

ويرتبط علاج هذا المرض بدرجة شدة الإصابة به ونوعية الالتهاب؛ ولذلك يمكن تقسيم الأفراد المصابين إلى أربعة أنواع تبعا للسعة الوظيفية كما يلى :

النوع الأول : مقدرة كاملة على أداء الأعمال العادية.

النوع الثانى : مقدرة تكفى الأنشطة العدية مع عدم المقدرة وعدم الرحة أو مع تحديد الحركة فى مفصل أو أكثر.

النوع الثالث: مقدرة محدودة لأداء الأعمال الوظيفية.

النوع الرابع : عدم المقدرة على الأداء.

ويستطيع أفراد النوع الأول والثانى أداء الأنشطة العادية اليومية مع الإحساس البسيط بعدم الراحة على تعكس النوع الثالث والرابع اللذين يعتبر أدائهم محدودا ومقيدا.

ويشتمل علاج التهاب المفاصل على العديد من الأساليب التى تشمل العقاقير الطبية والعلاج الطبيعى والتنبيه الكهربائى والتسخين والجراحة، وللتدريب فائدته التى تشمل تقوية العضلات والمفاصل وتحسين لياقة الجهاز الدورى التنفسى والناحية النفسية، غير أن التمرينات تعتبر طريقة علاج خاطئة خلال مراحل الالتهاب؛ لأنها يمكن أن تزيد من مضاعفاته.

دور التدريب فى علاج التهاب المفاصل

يوصى بالتدريب للأفراد المصابين بالتهاب المفاصل للمساعدة فى المحافظة على قوة

العضلات ومرونة المفاصل وتحسين السعات الوظيفية والتخلص من الألم والتصلب والوقاية من التشوهات وتحسين الحالة البدنية بوجه عام، وتحسين التوافق العصبى العضلى وتسهيل مرونة المفاصل المتصلبة.

يجب تصميم برنامج اللياقة البدنية بواسطة الطبيب أو أخصائى العلاج الطبيعى مع التدريب بالبرنامج تبعا للحالة الوظيفية للفرد، وعلى سبيل المثال فإن المرضى من النوع الأول يستطيعون أن يقومون بتنفيذ معظم الأنشطة التى يستطيع الأفراد الأصحاء القيام بها، وبالنسبة للنوع الثانى تستخدم التمرينات التى تقلل الإغماء محلى حمل ثقل الجسم فى الوقوف مثل الدراجات والتمرينات فى الماء الدافئ وأخيرا المشى، وبالنسبة للأفراد من النوع الثالث يمكنهم الاستفادة من السباحة والدراجات ويجب تجنب التدريب أثناء حدة الالتهابات المفصلية، وعادة ما يشعر الأشخاص المصابون بالالتهاب المفصلى بالتوازن ما بين الراحة وعدم الحركة المؤثرين على المفاصل، مع الحاجة إلى التدريب لتقليل شدة التهاب المفاصل المصابة.

الصداع والرياضة

ذكر Paul Mc Crory أن الصداع الذى يصيب كثيرا من الناس لأسباب مختلفة يمكن أيضا أن يصيب ممارسى الرياضة لأسباب عديدة، وقد لاحظ هيبوقراط منذ أكثر من ٢٠٠٠ سنة الارتباط ما بين الصداع والرياضة وقد صنفت الجمعية الدولية للصداع (HIS) International Headache society الصداع إلى نوعين تشمل صداع التوتر Tension Headache والصداع النصفى Migraine وكلاهما يحدث للرياضيين، غير أنه من الصعب تصنيف الصداع المرتبط بالرياضة بسهولة، ويصيب الصداع المرضى حوالى ٦٦٪ من الأفراد، بينما يصيب الصداع المرتبط بالرياضة فقط ١٪ من الرياضيين.

ويحدث الصداع الرياضى فى مختلف الأنشطة الرياضية مثل الجرى، والهرولة، وتدريبات الأثقال والتمرينات الهوائية وكرة القدم الأمريكية (الراجبى).

تشريح ألم الصداع

تعتبر الأوعية الدموية أكثر الأماكن التى يسجل فيها الألم فى الجمجمة، وخاصة الجزء الأوسط Proximal part من الشرايين المخية Cerebral Arteries والأوردة الكبيرة والتجويف الوريدى Venous Sinuses.

صداع الإجهاد Exertional Headache

يعتبر تينل Tinel أول من وصف الصداع الذى يحدث بعد التدريب والذى لوحظ بعد ممارسة رفع الأثقال والمصارعة.

أظهرت الدراسات الحديثة أن الإجهاد أو محاولة إخراج الزفير مع كتم التنفس Valsalva Type maneuver تعجل بظهور ألم نابض شديد Sever Throbbing pain بمؤخرة الرأس عادة ولمدة عدة ثوان إلى عدة دقائق، ويقود هذا الصداع إلى ألم بطىء يستمر ٤-٦ ساعة، وهذا الصداع يرجع إلى الإجهاد حيث يكون المصاب به ليس له تاريخ مرضى سابق وسليم من الناحية العصبية.

ويرجع سبب صداع الإجهاد إلى الأوعية الدموية، حيث يزيد الإجهاد من ضغط الشرايين المخية مسببا الإحساس بالألم، ويحدث ذلك لدى الرياضيين حيث يصل ارتفاع ضغط الدم أثناء الرفع إلى ٤٠٠ مم زئبق، ويصل الضغط

الدياستـولى إلى ٣٠٠ مم زئبق، ويمكن بواسطة العـلاج بالعقـاقيـر بواسطة الطبـيب خلال عـدة اسابيع إلى أشهر.

صداع الجهد Effort Headache

صـــداع الجـهـــد يحـــدث لدى مـــعظم الرياضـيـيــن، ويصاحب أداء مــختلف الأنشطة الرياضـيـة، وقـــد وصف جـوكل Jokl, ١٩٨٤ الصداع النصــفى الذى يحدث للرياضـيين الذين شاركـوا فى مسابقات الجرى فى دورة المـكسيك الأولمبية عام ١٩٦٨.

كـما لاحظ نفس الظاهرة باحـثين آخـرين وخاصة عندما يكون الجرى فى الجو الحار، وليس من الضرورى دائما أن يكون صداع الجهد معتدلا دائما.

ويوصف صـداع الجهـد إكلينيكيـا بأنه ألم نابض يتدرج من متوسط إلى شديد يحدث نتيجة التمرينات الهوائية القصوى والأقل من القصوى، وقد يشـعر المصـاب بأعراض الصداع الـنصفى، ويكون الصـداع لمدة قـصيـرة تستـمر من ٤-٦ ساعات، وهذا الصداع الوعائى يزداد تكراراه عند التدريب فى الجو الحار ويتكرر مع التدريب. وقد يكون لدى الـرياضى تاريخ مـــرضى للإصــــابة بالصـداع النصفى بينمـا يكون سليمـا من ناحـية فـحص الجهـاز العـصبى ويتـم علاجـه بواسطة العقاقير التى يصفها الطبيب.

صداع بعد الإصابة بالصدمات

Posttraumatic Headache

قـد تؤدى صـدمات الرأس أو الرقـبـة فى الرياضة إلى حدوث الصداع، ولا ترتبط درجة أو شدة الصدمة بأعراض الصداع، وهناك على الأقل ٦ أشكال لصداع ما بعد الصدمة وهى :

١- صـــداع الانقـــبـــاض العـــضـــلى المزمن Chronic Muscle Contraction Headache.

٢- الصـــداع المخـتلط Mixed Headache خليط ما بين الصداع المرضى النصفى وصداع الانقباض العضلى المزمن

٣- صداع الإصـابة المثير للصـداع النصفى Trauma - Triggered Migrine وهو يمـيز عن الصـداع النصـفى ويلاحظ لدى لاعبى كـرة القدم الذين يكررون ضرب الكرة بالرأس.

٤- Traumatic dysautonomic cephalgia نتيجة استثارة الجهاز العصبى الذاتى.

٥- Second Impact Catastrophic Headache وهو يعتبر صـداعا صعبا ناتجا عن تكرار إصابة المخ.

٦- ألم خـارجى فى مـوقع الصـدمـة فى الرأس Superficial Pain وهذا النوع هو الأكثر سبـبا فى حدوث الصداع، ويتم عـلاج هذه الأنواع المختلفـة من الصداع عادة باستخدام العقاقير، وفى بعض الحالات الصعـبة يمكن التدخل بالعلاج النفسى.

صداع الفقرات العنقية Cervicogenic Headache

يحدث نتيجة وجود تركـيب غير طبيعى فى المفـاصل أو العضـلات أو الأربطة أو الأعصـاب بمنطقة الفقرات العنقية، غالبا ما يتعرض الرياضى لإصـابة هذه المنطقة خـاصـة فى أنشطة التصـادم والاحـتكام أو قـد يحـدث هذا الصـداع نتيـجـة اختلال وظيفى للفـقرات العنقية، وهكذا فكل من الإصـابة والاختـلال الوظيفى لـلفقـرات العنقيـة

يسبب حدوث هذا النوع من الصداع، ويرتبط هذا الصداع ببعض الأنشطة الرياضية الأخرى مثل الغوص تحت الماء أو التسلق حيث يضطر الرياضى إلى تكرار مد رقبته بصفة عامة.

ويقع تصنيف صداع الفقرات العنقية فى جانب منفصل ضمن تصنيفات الجمعية الدولية للصداع مع أعراض تشمل ضباب الرؤية، ويستمر عند حدوثه لعدة أيام وقد يمتد إلى عدة أسابيع ويتم علاجه عادة بواسطة العلاج الطبيعى أو اليدوى للفقرات العنقية بالإضافة إلى العلاج بالعقاقير المضادة للالتهابات.

أنواع أخرى من الصداع

لوحظت أنواع أخرى مختلفة من الصداع لدى الرياضيين وتشمل :

صداع نظارات السباحة Goggle Headache

يلاحظ عامة لدى السباحين والغواصين ويحدث نتيجة الألم فى الوجه والمنطقة الصدغية نتيجة ارتداء نظارة السباحة أو القناع فى الغوص، ويؤدى المزيد من الغوص تحت الماء إلى زيادة ضغط قناع الوجه نتيجة نقص الهواء داخله ويمكن باستخدام نظارة سباحة ملائمة جيدة تجنب هذا الصداع ولكن لا يمكن تجنب ذلك بالنسبة لقناع الغوص.

صداع الغواص Diver's Headache

يعتبر صداع الغواص من أنواع صداع الأوعية الدموية ويرجع إلى زيادة تراكم ثانى أكسيد الكربون نتيجة صعوبة التنفس، كما يصاب الغواص أيضا بأنواع أخرى من الصداع مثل نتيجة أسباب أخرى مثل البرودة، وألم الأذن الوسطى.

صداع المرتفعات Altitude Headache

يصاحب هذا الصداع الوعائى الدموى الأمراض الحادة للجبال للأفراد عند صعودهم إلى المرتفعات التى تزيد عن ٨٠٠٠ قدم، ويشمل العلاج الهبوط إلى مستوى أقل من المرتفعات مع استخدام العلاج بالعقاقير.

مظاهر الكلى الرياضية Athletic Kidney

دلت نتائج الدراسات على متسابقى الجرى للمسافات الطويلة والماراثون على ظهور تغيرات غير طبيعية فى البول بعد الجرى مباشرة نتيجة لتعرض الكلى لحالة تسمى «الالتهاب الكلوى الكاذب الرياضى Athletic Pseudnephritis وتسمى الكلى الرياضية Athletic Kidney».

وتتميز هذه الحالة بظهور بعض المتغيرات غير الطبيعية فى البول (بروتين - كرات حمراء وبيضاء - أسطوانات) كاستجابة وقتية لأداء النشاط الرياضى لفترة طويلة، ثم تختلف هذه التغيرات خلال فترة ٧٢ ساعة تقريبا، وهذا ما يميز هذه الحالة عن أمراض الكلى العادية التى تظهر فيها نفس هذه المظاهر، إلا أنها تظهر بدون مجهود بدنى سابق وتتميز بالاستمرارية إلى أن يتم الشفاء من المرض، أى أنها تغيرات ليست وقتية كما فى حالة الكلى الرياضية.

وقد دلت دراسة بايلى وآخرين Dailey et al. على ظهور البروتين فى البول بعد سباق الماراثون (٤٢,٢ كيلومتر) لدى ٤٠-٥٠٪ من المتسابقين، كما سجل سيجيل وآخرون ١٩٧٩ Siegel et al حالة ظهور الدم فى البول بعد سباق الماراثون لدى ١٨٪ من المتسابقين، كما بلغت هذه النسبة ٥٠٪ فى دراسة أخرى قام بها شيف وآخرون ١٩٧٨ Schiff et al كما لاحظ دان

كاســـتــرو وويريان ١٩٧١ Dan caster and Whereat ظهـور الدم فى الـبـول لدى ٦٠٪ من المتســابقين بعــد سباق ٨٥ كـيلومترا جـريا، وقد سجل بايلى ظاهرة ظهـور الأسطوانات لدى ستة متسابقين من بين ١٢ متسابقا بعد سباق المارثون، وقد أجريت دراســات مشابهة فى البيـئة المصرية، حـيث قـام أبو العـلا وأحـمد مـعـروف ١٩٨٣ بالتعرف على تأثير التـدريبات الهوائية واللاهوائية على تركيـز البروتين ونسبة حـالات ظهوره لدى سباحى المسافات القصيرة، وكذلك اختلاف تركيز أيون الهـدروچين تبـعـا لاخـتلاف شـدة حـمل التدريب لدى الســباحين، وقـد دلت النتائج على زيادة ظهور البروتين فى البول بعد أداء التدريبات مـرتفـعـة الشـدة، وكـذلك زيادة تركـيـز أيون الهدروچين تبعا لزيادة شدة حمل التدريب.

وقد أشار واد وآخرون ١٩٨٢ Wade et al إلى أن ظهور معظم مظاهـر الكلى الرياضية لدى متسابقى ٥٠٠ كيلومتر جرى خلال فترة ٢٠ يوما حـــيث ظـهـــرت أعـــراض الـبــروتـين والدم والأسطوانات.

وفى دراسة على سبـاحى المسافات الطويلة قـام بها أبو العـلا ويحيى مـصطفى ١٩٨٤ دلت على ظهـور البروتين والكرات الحـمراء والكرات البيضاء والأسطوانات لدى السباحين عقب سباحة ١٥ كيلومترا، كما اخـتلفت نسبة ظهور البروتين بين السباحـين تبعا لمستوى نتائج المنافـسة، حيث زادت نسبة تركـيز البروتين لدى الســباحين الأقل مسـتوى ولم ينجـحوا فى استكمـال كل مسـافة السباق.

وترجع معظم تغـيرات وظائف الكلى أثناء النشاط البـدنى نتيجـة لحالة الهـيبوكسـيا «نقص الأكسچـين» التى تتعرض لهـا الكلى أثناء النشاط البدنى نتيجة نقص سريان الدم إلى الكلى واتجاهه إلى العـضـلات العـاملـة، وهذا يؤدى إلى زيادة اتساع ثقوب المرشحـات الكلوية مما يسمح بترشيح الجزئيات الكبيرة نسبيا وظهورها فى البول.

التدريب والألم العضلى الليفى
Exercise and Fibromyalgia

ما هو الألم العضلى الليفى؟

ما زال هناك اخـتلافات كثيـرة بين العلماء حول تعريف الألم العضلى الليفى Fibromyalgia نظرا للتـشـابه الكبـيـر بين أعـراض هذه الحـالة وأعراض حالتين أخرى مشابهتين هما :

١- حالة التـعب المزمن Chronic Fatigue Syndrome.

٢- حـالة آلام التـهـاب الدمـاغ والنخـاع الـشـــوكـى Myalgic Enceph-alomyelitis.

وما زال هناك عدم اتفـاق بين العلماء حول ما إذا كان CFS هو نفسه ME؟

تغير اسم «الألم العـضلى الليفى» من كلمة «الالتهاب الليفى» Fibrositis إلى استخدام الألم العضلى الليفى Fibromyalgia حيث إنه لا يوجد حتى الآن دليل بأن استـمرار الألـم العضلى وألم الالتـهـاب الليـفى (F) أو Fibromyalgia يكون مصحوبا بالالتهاب Inflammation.

خصائص حدوث الألم العضلى الليفى
Wolfe F, et al (1991)

عند تشخـيص حالة الألم العـضلى الليفى Fibromyalgia Syndrome (FMS) يمـيــز بأن الألم يظهـر عند الضغط عـلى مناطق معـينة من الجسم.

التدريب مكتشف للأمراض الكامنة

كتب راندى إيشر ووارين سكوت ١٩٨٨ Eicher, Scott, عن موضوع التدريب وعلاقته باكتشاف بعض الأمراض مقالا جيدا يمكن أن يستفيد به الأطباء والمدربين لوقاية الرياضيين حيث يذكر أن التدريب يمثل اختبارا للضغط يظهر بعض الأمراض الكامنة ويكشف القناع عن مجموعة من الاختلالات المرضية والتى تشمل سبعة حالات هى فقر الدم، والأنيميا، والصداع، ومشكلات المعدة والأمعاء والقصور الدرقى واحتباس العرق والنوبات المرضية.

حيث يؤدى التدريب إلى الحث على إظهار هذه الأمراض ويمكن أن يؤدى إلى تشخيصها المؤقت تمهيدا لعلاجها وكما تشكل الرياضة والتدريب ضغوطا على القلب والرئتين للكشف عن المرض فإنها أيضا تشكل ضغوطا على أعضاء الجسم الأخرى لتكشف الاختلالات المرضية بأعضاء الجسم الأخرى، ويمكن للطبيب المتابع للفرق الرياضية أو لممارسى الرياضة بهدف الصحة الاستفادة من هذا التأثير كنذير أولى للحالة الطبية، وهذه المعلومات الميدانية يمكن أن تساعد الطبيب لعمل تشخيص مؤقت يمكنه الحفاظ على حياة الرياضيين.

فقر الدم «الأنيميا» Anemia

يمكن للتمرينات الشديدة المساعدة على التفرقة ما بين الأسباب العامة للتعب المزمن، فالشخص المصاب بالاكتئاب عادة ما يشعر بالتعب عند الاستيقاظ صباحا، وكذلك عند الشفاء من العدوى الفيروسية.

التهاب الكبد Hepatitis حيث يشعر المريض بالقوة فى الصباح ولكن يتعب بعد ذلك ويحتاج إلى قيلولة، ويشعر مريض التعب المزمن بالتعب طول اليوم أو يصبح مجهدا من أقل نشاط بدنى، ولكن المصاب بفقر الدم المتوسط أو المعتدل يشعر عامة بأنه طبيعى فى أثناء الراحة ويشعر بالتعب فقط عند الإجهاد، وتظهر الأنيميا المتوسطة وخاصة عند أداء الحمل البدنى الاقصى.

مثال: سجل متسابق الجرى الذى عمره ٢٥ سنة زمنا أقل من ١٥ دقيقة فى سباق ٥ كيلومترات،ولكن انخفض رقمه بعد ذلك بثلاثة شهور إلى أكثر من ١٨ دقيقة مع شعوره بمزيد من التعب والعرق وزيادة التنفس، ولكنه عندما يكون خارج السباق يشعر بأنه طبيعى فيما عدا عند صعود درجات السلم حيث يشعر بزيادة التنفس «يلهث» وهو لم يشعر بأى مرض كما أن تدريبه لم يتغير وكذلك عاداته الغذائية أو النوم، وبعد الفحص اتضح أنه منذ ثلاثة أشهر كان يعالج باستخدام الأسبرين و Ibuprofen لحدوث ألم فى الركبة وفى هذا الوقت أصيب بنزف فى معدى معوى Gastrointestinal من التهاب الغشاء المحاط للمعدة Gastritis.

وبذلك أصيب هذا المتسابق بأنيميا معتدلة ناتجة عن نقص الحديد حيث بلغت نسبة تركيز الهيموجلوبين لديه ٨,٨ جرام/ ديسمبر (الطبيعى ١٤-١٨ جراما/ ديسيمتر) ونظرا لأنه على درجة عالية من اللياقة البدنية فلم تلاحظ الأعراض إلا أثناء أداء الجهد عال الشدة بالدرجة التى كشفت عن وجود فقر الدم (الأنيميا) ومع استخدام العلاج بأملاح الحديد أمكن علاجه وتحسن مستواه الرقمى.

ومثال آخر للاعبة تشعر بنوبات دوار عندما تزداد شدة حمل التدريب فى الجو الحار ويصاحب ذلك زيادة فى معدل ضربات القلب ومعدل التنفس والشعور بالدوار ولكن لا يغمى عليها مطلقا، كما لوحظ بعض الاضطرابات للانقباض البطينى بواسطة رسم القلب الكهربائى فى الوقت الذى لم يكن هناك أى علامات غير طبيعية عند فحصها بواسطة اختبار السير المتحرك والأشعة المقطعية، وهى تشعر بأنها طبيعية فيما عدا أثناء التدريب المرتفع الشدة، وقد كانت هذه اللاعبة تمضغ كمية كبيرة من الثلج منذ عدة شهور، وأصيب بنقص معتدل للحديد حيث كانت نسبة تركيز الهيموجلوبين لديها ١١ جراما / ديسى (الطبيعى ١٢-١٦ جرام/ ديسى) ومن المحتمل أن يكون سبب ذلك ما يفقد من الدم أثناء الطمث، ومع العلاج باستخدام أملاح الحديد أمكن التخلص من الأنيميا كما اختفت النوبات التى كانت تعانى منها.

الصداع Headache

قد يشعر الرياضيون وممارسو الرياضة بالصداع المرتبط بالتدريب ومعظم هذا الصداع يتدرج تحت نوع صداع الإجهاد المعتدل بالإضافة إلى صداع مابعد الصدمة وصداع الجهد وصداع الرقبة وصداع نظارات السباحة والغوص وصداع المرتفعات ومعظم هذه الأنواع من الصداع مزعجة ولكن معظمها معتدل وفى مثال حدث لرجل عمره ٥٧ سنة يشكو من شعوره بالصداع عند بداية التدريب من ٥-١٠ دقائق مرتفع الشدة مثل المشى أو السباحة أو النشاط الجنسى، ولم يلاحظ لديه ألم فى الصدر وإن كان فى بعض الحالات يصاحب صداع الإجهاد شعور بثقل غامض فى الصدر، وبعد فحصه بوساطة أخصائيين فى أمراض الجهاز العصبى أمكن للطبيب الثالث اكتشاف وجود «نقص الدم عن عضلة القلب Myocardiac Ischemia» مصاحب لصداع الإجهاد وقد وجد لدى هذا الشخص ثلاثة أوعية دموية مصابة بدرجة شديدة عند فحصه Coronary Angiography وبعد عملية المجرى الجانبى الشريانى التاجى Coronary Artery Bypass Surgery عاد هذا الشخص ليمارس برنامجه التدريب العادى بدون الشعور بصداع الإجهاد، وبذلك يمكن للتدريب أن يكتشف مرض الشريان التاجى بوساطة حدوث الصداع وليس الخناق الصدرى Angina وخاصة فى الرجال متوسطى العمر، ولكن ليس جميع أنواع صداع الإجهاد معتدلة.

دم فى البول «هيماتوريا» Hematuria

يتعرض الرياضيون إلى نزول الدم فى البول (هيماتوريا) Hematuria نتيجة لعدة أسباب، وعلى سبيل المثال يمكن أن تظهر هيماتوريا لدى متسابقى الجرى مسابقات طويلة نتيجة كدمات تحدث فى المثانة وبدون الشعور بالألم (التهاب كلوى كاذب Pseudonephritis) وتحدث صدمات المثانة لدى بعض متسابقى الجرى كنتيجة لتكرار تأثير ترهل الجدار الخلفى للمثانة ضد قاعدة المثانة.

ومن الناحية العملية للهيماتوريا لدى الرياضيين فإن تكرار اكتشاف الميكروهيمتوريا لمرة، ومرتين يمكن أن تزيد لحدوث مرض سرطان المثانة.

ومما سبق يمكن القول أنه ليس كل الهيماتوريا لدى الرياضيين أو الأشخاص النشطين بدنيا تعتبر معتدلة، حيث يمكن أن يمثل الجرى أو التدريب الهوائى اختبار جهد Stress Test للمثانة (احتمال نتيجة ارتطام جدار المثانة بعضها ببعض) مثل اختبار الجهد للتعب، وبذلك يمكن للتدريب أن يظهر سرطان المثانة الخفى القابل للعلاج.

أمراض المعدة والأمعاء

تعتبر أيضا الرياضة والتدريب اختبارا للقولون، وفى الحقيقة فإن مشكلات المعدة والامعاء تعتبر ظاهرة عامة لدى الرياضيين والنشطاء بدنيا، حيث يصاحب التدريب بعض المشكلات فى المعدة والأمعاء فى الأجزاء العليا مثل الغثيان والانتفاخ ورد فعل الحمضى، كما يحدث أيضا فى الجزء السفلى أعراض تشمل التقلصات والإسهال وحتى أيضا نزيف المستقيم.

ويحدث النزيف المعدى المعوى لدى متسابقى الجرى الذى يتراوح ما بين المختلفى إلى الواضح والخطير التهاب القولون الناتج عن منع سريان الدم Ischemic Colitis.

غالبا ما يكون نذيرا بواسطة التقلص البطنى والإسهال الدامى، وهى أكثر نذر مضاعفات المعدة والأمعاء فى سباقات التحمل ويمكن إرجاع ذلك إلى أن التدريب يؤدى إلى التهاب القولون نتيجة الجفاف Dehydration لتحول الدم من المعدة إلى العضلات العاملة، وفى أسوأ الحالات فإن التهاب القولون الناتج عن منع سريان الدم Ischemic colitis قد يتطلب استئصال القولون أو المعى الغليظ أو جزء منها.

ويمكن للإسهال الدامى أن يحدث بأسباب خلاف التدريب فى السباحات ولاعبى القذف فى البيسبول الذى كان نتيجة لتقرحات التهاب القولون؛ ولذلك يعتبر التدريب اختبار جهد قولونى Colonic Stress test يظهر الإسهال المعدى المختفى.

ومما سبق يتضح أنه يمكن بواسطة ضغط التدريب على المعدة والأمعاء وخاصة فى جرى المسافات ظهور بعض أعراض الاضطراب الفسيولوجى مثل الغثيان والانتفاخ والتقلصات والإسهال والتى يمكن أن تنذر بالتهاب قولونى حقيقى نتيجة عدوى التهاب أو نقص الدم Ischemic.

النوبات Seizure

النوبات المرضية فى الرياضة المرتبطة أو غير المرتبطة بالتدريب يمكن أن تكون لا شيء أكثر من نوبات الصرع Epilepsy وإذا تلا النوبة حدوث إغماء Syncope فإنها قد تكون علامة خطر يهدد الحياة؛ لذلك لا يجب أخذ الإغماء المرتبط بالتدريب بسهولة، بعض هذه الحالات يمكن أن يكون معتدلا والبعض الآخر يمكن أن يكون خطيرا.

ويمكن أن تحدث نوبة للرياضيين المصابين بمرض السكر نتيجة نقص سكر الدم Hypoglycemia، وتحدث النوبات بعد عدة ساعات من التدريب الطويل، وهى الصرع أو الإغماء أو نقص سكر الدم، وهناك نوبات تحدث نتيجة نقص حامض الكربونيك Hypocarbia فى الدم أو القلونة Alkalosis وتظهر علامتها فى شكل استمرارية زيادة التهوية الرئوية «اللهث»

Hypervenhilation لفترة من الوقت بعد التوقف عن النشاط البدنى بينما ينخفض إنتاج حامض اللاكتيك.

يمكن للتدريب أيضا أن يظهر بعض الأعراض العصبية الكامنة؛ لذلك يجب على الطبيب المرافق للفريق الرياضى أن يراعى إمكانية أن تكون هذه النوبات إنذارا خطيرا لصحة الرياضة وخاصة لعضلة القلب والمخ.

احتباس العرق Anhidrosis

يلاحظ لدى الرياضى. فى بعض الأحيان احتباس العرق ويظهر أثناء التدريب، فقد لاحظ أحد متسابقى الجرى أثناء التدريب فى الجو الحار عدم حدوث عرق فى الجانب الأيمن من الوجه والجانب الأيسر لأعلى الجذع أو الذراع الأيسر، وقد أصيب هذا الشخص بمرض هورنر Horner Syndrome وقد ذكر أنه قبل توقف العرق على الجانب الأيسر كان يستخدم كايرو براكتيبك Chiropractic (تدليك بشد وتحريك المفاصل) على رقبته وحدثت هذه الحالة بعد هذه العملية، وقد يكون التدليك Chiropractic تسبب فى حدوث إصابة فى الأعصاب بمنطقة الرقبة وقد تحدث هذه الحالة لدى الرياضيين وبعد لعب الاسكواش.

نقص نشاط الغدة الدرقية Hypothyroidism

يظهر نقص نشاط الغدة الدرقية فى حالة التعب المزمن Chronic Fatigue وإصابات الاستخدام الزائد overuse injuries المصاحبة للتدريب؛ لذلك يجب مراعاة أن التعب وإصابات الاستخدام الزائد ليست دائما طبيعية فقد تكون تخفى نقص نشاط الغدة الدرقية.

اللياقة البدنية Physical Fitness

هى مقدرة الجسم لأداء وظائفه بفاعلية وتأثير، وهى تتكون من أحد عشر مكونا على الأقل، وترتبط اللياقة البدنية بمقدرة الفرد على العمل بفاعلية والتمتع بوقته الحر ليكون سليما من الناحية الصحية ولكى يقاوم أمراض قلة الحركة Hypokinetic Diseases ويواجه الحالات الطارئة التى تتطلب منه بذل مجهود بدنى طارئ، ويحتاج الرياضى إلى اللياقة البدنية بهدف تحسين مستوى الأداء الرياضى كما يحتاج إليها الشخص غير الرياضى بهدف الصحة.

اللياقة البدنية بهدف الصحة
Physical Fitness related to health

تتكون اللياقة البدنية بهدف الصحة من بعض المكونات الأساسية التى ترتبط فعلا بالحالة الصحية للإنسان مثل.

١- تركيب الجسم Body Composition .

٢- لياقة الجهاز القلبى الوعائى Cardiovascular Fitness.

٣- المرونة Flexbility.

٤- التحمل العضلى Muscular Endurance.

٥- القوة Strength .

جدول (٨١)

أهداف اللياقة البدنية المرتبطة بالصحة للأعمار المختلفة

عن : Fox et al., 1993

المرحلة السنية	الأهداف	خطة النشاط الحركى	
١-١٤ سنة	- النمو البدنى المثالى. - توافق نفسى جيد. - تنمية مهارات لأسلوب الحياة النشطة فى الكبر وحب الرياضة. - تقليل عوامل خطورة الإصابة بأمراض القلب.	النوع	التركيز على العضلات الكبيرة - التمرينات المتحركة - تحريك الجسم لمسافات وضد الجاذبية الأرضية - بعض أنشطة المقاومة الثقيلة - تمرينات المرونة.
		الشدة	معتدلة إلى عالية .
		الدوام	زيادة المجموع عن ٣٠ دقيقة فى اليوم فى جرعة تدريبية واحدة أو أكثر.
		التردد	كل يوم.
		الهدف	زيادة النشاط إلى ومن المدرسة.
١٥-٢٤ سنة.	- النمو البدنى والمثالى. - توافق نفسى جيد. - تقليل خطورة الإصابة بأمراض القلب. - تنمية مهارات لأسلوب الحياة النشطة فى الكبر وحب الرياضة.	النوع	التركيز على العضلات الكبيرة - القوة المتحركة - تمرينات المرونة.
		الشدة	معتدلة إلى عالية (أكثر من ٥٠٪ من الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين .
		الدوام	زيادة المجموع عن ٣٠ دقيقة فى الجرعة (أكثر من ٤ كيلو كالورى لكل كيلوجرام من وزن الجسم).
		التردد	يوما بعد يوم على الأقل.
		الهدف	زيادة النشاط إلى ومن المدرسة

تابع جدول (٨١)
أهداف اللياقة البدنية المرتبطة بالصحة للأعمار المختلفة
عن : Fox et al., 1993

المرحلة السنية	الأهداف	خطة النشاط الحركى	
٢٥-٦٧ سنة	- الوقاية والعلاج من مرض القلب الشريانى. - الوقاية والعلاج من مرض السكر من النوع الثانى. - المحافظة على تركيب الوزن المثالى. - تحسين الحالة النفسية . - المحافظة على سلامة العضلات الهيكلية.	النوع	التركيز على التمرينات المتحركة للعضلات الكبيرة - بعض تمرينات المقاومة وتمرينات المرونة.
		الشدة	معتدلة (أكثر من ٥٠٪ من الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين).
		الدوام	أكثر من ٣٠ دقيقة للجرعة (أكثر من ٤ كيلوكالورى لكل كيلوجرام).
		التردد	على الأقل يوما بعد يوم.
		الهدف	الأنشطة ذات المستوى المنخفض مثل المشى يوميا.
٦٥ فما فوق	- المحافظة على السعة الوظيفية العامة. - المحافظة على سلامة العضلات الهيكلية. - تحسين الحالة النفسية. - الوقاية والعلاج من مرض القلب الشريانى ومرض السكر من النوع الثانى.	النوع	التركيز على الاتجاه إلى المرونة وبعض تمرينات المقاومة.
		الشدة	شدة معتدلة (زيادة تدريجية بطيئة لحمل التدريب).
		الدوام	تعتمد على الفروق الفردية بما يزيد عن ٦٠ دقيقة على عدة جرعات تدريبية.
		التردد	كل يوم.
		الهدف	الأنشطة ذات المستوى المنخفض مثل المشى يوميا.

تقرير سيرجيون العام عن النشاط البدني والصحة

Surgeon General's Report on Physical Activity and Health

أعد هذا التقرير بالولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٩٦، وهو يلخص فوائد الانتظام فى التدريب وتأثير ذلك على الوقاية من الأمراض، وتطبق استنتاجات وتوصيات هذا التقرير على جميع الأفراد الذين يحاولون تحسين صحتهم.

أهداف التقرير:

١ - تلخيص المراجع الموجودة والمرتبطة بدور النشاط البدنى فى الوقاية من المرض.

٢ - تقويم الحالة الحالية للنشاط البدنى لدى الأفراد.

٣ - استثارة زيادة النشاط البدنى بين المواطنين الأمريكان من جميع الأعمار.

فوائد الانتظام فى التدريب:

اشتمل التقرير على ملخص لفوائد الانتظام فى التدريب والتى تتلخص فيما يلى :

١ - تقريبا يستفيد كل فرد من المشاركة فى نشاط بدنى منتظم.

٢ - تنشأ فوائد للصحة ولنوعية الحياة فقط عند أداء نشاط بدنى يومى معتدل (مثال ٣٠ دقيقة مشى نشط - ١٥ دقيقة جرى أو ٤٥ دقيقة لعب كرة طائرة).

يكتسب الأفراد الذى يحافظون على نظام من التدريب لنشاط قوى لمدة طويلة نسبيا على أفضل الفوائد المرتبطة بالصحة.

يقلل النشاط البدنى المنتظم من الأخطاء الصحية التى تؤدى إلى الوقاية والأخطاء الخاصة بأمراض القلب التاجية وارتفاع ضغط الدم وهشاشة العظام وسرطان القولون ومرض السكر من النوع الثانى، وكذلك تحسن الحالة الذهنية والنفسية نتيجة مثالية لوظيفية الجهاز العصبى العضلى.

النشاط البدنى والصحة

اشتمل تقرير سيرجيون أيضا على تفاصيل تأثير النشاط البدنى على مختلف الأمراض والحالة الصحية، وقد استمد هذا من خلال كثير من المنظمات والجمعيات الطبية والعلمية بالولايات المتحدة.

مكونات اللياقة البدنية بهدف الأداء

Physical Fitness related to Performance

بالإضافة إلى مكونات اللياقة البدنية بهدف الصحة فإن هناك مكونات أخرى إضافية يحتاج إليها الرياضى وتشمل:

١ - الرشاقة	Agility
٢ - التوازن	Balance
٣ - التوافق	Coordination
٤ - القدرة	Power
٥ - رد الفعل	Reaction Time
٦ - السرعة	Speed

وقد تناولنا فى مؤلفاتنا السابقة وفى مواقع مختلفة من هذا الكتاب مكونات اللياقة البدنية بهدف الأداء بشكل تفصيلى، وسوف نقوم بالتركيز على مكونات اللياقة البدنية بهدف الصحة فى هذا الجزء وبصفة خاصة تركيب الجسم نظرا لكونه يعتبر من المكونات المستحدثة فى اللياقة البدنية، وفى نفس الوقت هو يعبر عن مظهر خارجى، غير أنه يرتبط بكافة عناصر اللياقة البدنية سواء بهدف الأداء أو بهدف الصحة.

تركيب الجسم Body Composition

يهتم المدربون والرياضيون فى الوقت الحالى بتركيب الجسم بشكل كبير للوصول بالرياضى إلى وزن الجسم المثالى Optimal Weight الذى يحقق الرياضى به الفورمة الرياضية، حيث يسهم تركيب الجسم فى تحقيق النجاح فى معظم الأنشطة الرياضية.

مصطلح تركيب الجسم

هناك مصطلحات كثيرة ترتبط بتركيب الجسم يجب دراستها وتحديدها مثل :

بناء الجسم Body Building وهذا المصطلح يرجع إلى المورفولوجى، أى الجانب الشكلى للجسم، وقد قسم العلماء بناء الجسم إلى ثلاثة أنواع هى :

- عضلى Muscularity
- نحيف Linearity
- سمين Fatness

ويتركب جسم كل رياضى من نسبة معينة من المكونات الثلاثة، وإن كان هناك مكون يغلب على المكونين الآخرين.

وعادة ما يقع الرياضيون فى موقع متوسط ما بين العضلية والنحافة.

حجم الجسم Body Size

يرجع حجم الجسم إلى ارتفاع القامة Height وكتلة الجسم Mass (الوزن) وعادة ما يوصف حجم الجسم بالطول أو القصر والكبر أو الصغر والثقل وخفة الوزن.

ويختلف التمييز بين هذه الأنواع وفقا لمتطلبات الأداء وموقع الرياضى ونمط المسابقة.

وعلى سبيل المثال يمكن للرياضى الذى يبلغ طوله ١٩٠ سم أن يكون قصيرا نسبة إلى محترفى كرة السلة ولكنه يصبح طويل القامة بالنسبة لمتسابقى الجرى.

نماذج تركيب الجسم Body Composition

يرجع تركيب الجسم إلى التركيب الكيميائى للجسم Chemical Composition، وهناك أربعة نماذج لتركيب الجسم الكيميائى ويقسم النوعان الأولان تركيب الجسم إلى مكونات الكيميائية والتشريحية المختلفة، بينما يقسم النوعان الآخران تركيب الجسم إلى مكونين اثنين فقط.

وبصفة عامة، فإن معظم العلماء يعتمدون على نموذج التقسيم ذو المركبين الاثنين وهى كتلة الدهن Fatnass ويعبر عنها دائما بنسبة دهن الجسم Relative Body Fat وهى عبارة بين النسبة المئوية لكتلة الجسم الكلى التى تتكون من الدهن،

والجـزء الآخر هو الجـزء الخـالى من الدهون Fat free Mass ويعنى نسيج الجسم غير الدهنى.

طرق قياس تركيب الجسم

هناك ثلاثة أسـباب لأهميـة قيـاس تركيب الجسم هى: اعـتبـاره مؤشرا للصـحة، ومـؤشرا لمسـتـوى الأداء الرياضـى، ومـؤشـرا للجـمـال الجسمانى.

وتشمل طرق القـياس أسـاليب عديدة من بينهـا طرق قياس كـثافـة الجسم Densitometry وقـيـاسـات سـمك ثنايـا الجلد Skinfold Measurements ومـقـاومـة الكهـرباء الحـيـوية Bioelectrical Impedance والنظـائر المشـعـة Dilution وقـياس الامـتـصاص الضـوئى Photo Absorptiomentry بالإضـافـة إلى القـيـاسـات الأنثروبومترية Anthropometry ومنها فهرس كتلة الجسم Body Mass Index ونسـبـة الوسط إلى المقـعدة Waist to Hip Ratio (BMI) هذا خـلافا لبعض الطرق البسيطة السهلة التى يمكن لأى فرد استخدامها دون الاسـتعانة بأى أجهزة أو أدوات، وسوف نتناول هنا طرق القـياسات الأنثروبومـترية والطرق السهلة(*).

جدول (٨٢)

نسب الدهن للذكور والإناث من مختلف الأعمار

عن: Wilmore and Costill, 2000

العمر	نسبة الدهن ٪	ذكـور
١٩-١٥	٢٤-٢٠	١٦-١٣
٢٩-٢٠	٢٥-٢٢	٢٠-١٥
٣٩-٣٠	٣٠-٢٤	٢٦-١٨
٤٩-٤٠	٣٣-٢٧	٢٩-٢٣
٥٩-٥٠	٣٦-٣٠	٣٣-٢٦
٦٩-٦٠	٣٦-٣٠	٣٣-٢٩

(*) للمزيد عن طرق قياس تركيب الجسم يمكن الرجوع إلى كتاب فسيولوچية ومورفولوچية الرياضى وطرق القياس والتقويم للدكتور أبو العلا أحمد عبد الفتاح، ومحمد صبحى حسانين، دار الفكر العربى.

جدول (٨٣)

مستويات نسبة الدهن لدى الأعمار المختلفة وعلاقتها بخطورة المرض

الجنس	السن	نسبة دهون قليلة	سليم صحيا	زيادة فى نسبة الدهون	بدانة
رجال	٢٠-٣٩	صفر - ٧٪	٧-٢٠٪	٢٠-٢٥٪	أكثر من ٢٥٪
	٤٠-٥٩	صفر -١١٪	١١-٢٢٪	٢٣-٢٨٪	أكثر من ٢٨٪
	٦٠-٧٩	صفر -١٣٪	١٣-٢٥٪	٢٥-٣٠٪	أكثر من ٣٠٪
سيدات	٢٠-٣٩	صفر -٢١٪	٢١-٣٣٪	٣٣-٣٩٪	أكثر من ٣٩٪
	٤٠-٥٩	صفر -٢٣٪	٢٣-٣٤٪	٣٤-٤٠٪	أكثر من ٤٠٪
	٦٠-٧٩	صفر -٢٤٪	٢٤-٣٦٪	٣٦-٤٢٪	أكثر من ٤٢٪

فهرس كتلة الجسم Body Mass Index (BMI)

فهرس كتلة الجسم هو نسبة الوزن إلى مربع الطول، وزيادة فهرس كتلة الجسم ترتبط بمعدل الوفيات من أمراض القلب والسرطان والسكر، ويحسب فهرس كتلة الجسم BMI بنسبة وزن الجسم بالكيلوجرام على طول الجسم تربيع كجم/ م٢.

ظهر عام ١٩٩٨ أول دليل لتحديد وتقويم وعلاج الوزن الزائد والسمنة، وقد شارك فى إعداد هذا الدليل مجموعة كبيرة من الهيئات فى الولايات المتحدة الأمريكية تشمل المعهد الأهلى للصحة ومعهد القلب والرئة والدم الأهلى ومعهد السكر وأمراض الكلى الأهلى، وقد وضعت هذه الهيئات العلمية المختلفة دليلا لتصنيف الوزن الزائد والسمنة اعتمادا على مؤشر كتلة الجسم.

جدول (٨٤)

دليل مؤشر كتلة الجسم

عن: Mc Ardle et al. 2000

مؤشر كتلة الجسم BMI	التصنيف
تحت الوزن	أقل من ١٨,٥
عادى	١٨,٥-٢٤,٩
وزن زائد	٢٥-٢٩,٩
سمنة درجة أولى	٣٠-٣٤,٩
سمنة درجة ثانية	٣٥-٣٩,٩
سمنة زائدة	٤٠ فما فوق

مؤشر كتلة الجسم وخطورة الصحة

يتفوق مؤشر كتلة الجسم على جداول الطول والوزن فى تقدير نسبة الدهن وخطورة المرضى، فكلما ارتفع مؤشر كتلة الجسم ارتفعت خطورة الموت من الأمراض المختلفة، مثل ارتفاع ضغط الدم وأمراض القلب Dyslipidemia والسكر.

حالات لا يستخدم معها مؤشر كتلة الجسم

يجب ملاحظة أن مؤشر كتلة الجسم يصعب استخدامه مع كل من الرياضيين والأنشطة التنافسية ولاعبى كمال الأجسام نظرا لأن ارتفاع مؤشر كتلة الجسم لديهم لا يرجع إلى نسبة الدهن ولكن يرجع إلى زيادة الكتلة العضلية التى تؤدى إلى زيادة وزن الجسم وهو العامل الذى يقسم على مربع طول الفرد، كما لا يستخدم أيضا مع السيدات الحوامل أو المرضعات، حيث إن زيادته لا تعنى خطورة المرض أو خطورة الصحة.

لا يستخدم مؤشر كتلة الجسم أيضا مع الأطفال خلال مراحل النمو.

لا يستخدم مع نحاف القامة.

لا يستخدم مع الأشخاص المسنين الخاملين.

جدول (٨٥)

العلاقة بين مؤشر كتلة الجسم وخطورة الصحة

عن : Me Ardel et al 2000

مؤشر كتلة الجسم	خطورة الصحة
أقل من ٢٥	حد أدنى
٢٥-٢٧	متوسط
أقل من ٣٠-٣٥	عال
أقل من ٣٥-٤٠	عال جدا
أكثر من ٤٠	شديد الخطورة

نسبة الوسط إلى المقعدة Waist to Hip Ratio

وهى طريقة سهلة بسيطة تعبر عن تغيرات تركيب الجسم بقياس محيط الوسط ونسبته على محيط المقعدة، وهذا المقياس يعبر عن نوعية السمنة هل هى فى الجزء الأعلى الأكثر خطورة أم فى الجزء الأسفل من الجسم، أى أنه مقياس يعبر عن توزيع دهون الجسم وخطورة الإصابة بالأمراض.

جدول (٨٦)

العلاقة بين نسبة الوسط إلى المقعدة ودرجة خطورة المرش

عن: Wilmore and Costill 2000

النسبة	التقدير
أكثر من ١ للرجل و ٨٥, ٠ للمرأة	خطورة عالية
للرجل من ٩٠, ٠-١ وللمرأة ٨٠, ٠-٨٥, ٠	خطورة متوسطة
للرجل أقل من ٩٠, ٠ وللمرأة أقل من ٨٠	خطورة منخفضة

وتعتبر النسبة الأقل من واحد صحيح هى النسبة الفضلى لصحة الرجل والمرأة.

الطرق السهلة لتقدير تركيب الجسم

يتطلب قياس تركيب الجسم استخدام وسائل وأجهزة صعبة وغالبا التكاليف، غير أن هناك طرقا بسيطة وسهلة يستطيع أى فرد استخدامها دون الحاجة إلى الأجهزة أو الأدوات، ويمكن من خلالها الحكم على تركيب الجسم وهى كما يلى :

١- جداول الطول والوزن.

٢- القبض بواسطة السبابة والإبهام (القرص).

ويتم هذا الاختبار بأن يقوم الفرد بقرص نفسه فى مناطق تجمع الدهون بالجسم، فإذا تمكن من القرص على كمية من الجلد أكثر من بوصة واحدة فإنه يعتبر سمينا.

اختبار الحزام Belt Test

وهو ملاحظة حزام الوسط للشخص، فكلما اتسع دل على زيادة الوزن والدهن وكلما ضاق دل على نقص الوزن.

العلاقة بين نسبة الوسط إلى المقعدة وخطورة المرض

يعكس ارتفاع النسبة فى منطقة البطن خطورة الإصابة بزيادة نقص الإنسولين Hyperinsulinemia ومقاومة الأنسولين، والنوع الثانى مرض السكر وسرطان Endometrial وارتفاع نسبة تركيز الكوليسترول Hypercholesterolemia وارتفاع ضغط الدم وتصلب الشرايين.

جدول (٨٧)

نسبة الوسط إلى المقعدة (WHR) ومستوى خطورة المرض

عن: Wilmore , costill 2000

الجنس	العمر (سنة)	منخفض (اقل من)	معتدل	عال	عال جدا (اكبر من)
رجال	٢٠-٢٩	٨٣٪	٨٣-٨٨٪	٨٩-٩٤٪	٩٤٪
	٣٠-٣٩	٨٤٪	٨٤-٩١٪	٩٢-٩٦٪	٩٦٪
	٤٠-٤٩	٨٨٪	٨٨-٩٥٪	٩٦-١٪	١,٠٠٪
	٥٠-٥٩	٩٠٪	٩٠-٩٦٪	٩٧-١,٠٢٪	١,٠٢٪
	٦٠-٦٩	٩١٪	٩١-٩٨٪	٩٩-١,٠٣٪	١,٠٣٪
سيدات	٢٠-٢٩	٧١٪	٧١-٧٧٪	٧٨-٨٢٪	٨٢٪
	٣٠-٣٩	٧٢٪	٧٢-٧٨٪	٧٩-٨٤٪	٨٤٪
	٤٠-٤٩	٧٣٪	٧٣-٧٩٪	٨٠-٨٧٪	٨٧٪
	٥٠-٥٩	٧٤٪	٧٤-٨٪	٨٢-٨٨٪	٨٨٪
	٦٠-٦٩	٧٦٪	٧٦-٨٣٪	٨٤-٩٠٪	٩٠٪

ضبط تركيب الجسم

يحتاج الإنسان سواء كان رياضيا أو يمارس الرياضة بهدف الصحة إلى ضبط تركيب الجسم من حيث نسبة الدهن والعضلات، ويتطلب ذلك استخدام الأساليب العلمية سواء عند الحاجة إلى إنقاص الوزن أو زيادته، فقد يحتاج البعض إلى إنقاص الوزن، وعلى العكس قد يحتاج البعض الآخر إلى زيادة الوزن.

إنقاص الوزن:

١ - تحديد الوزن المستهدف ومقدار الفترة الزمنية اللازمة لذلك.

٢ - تقدير السعرات الداخلة إلى الجسم «عن طريق الغذاء».

٣ - تقدير السعرات الخارجة «عن طريق النشاط اليومى».

٤ - حساب السعرات المطلوب إنقاصها يوميا لتحقيق الوزن المستهدف خلال المدة المحددة.

٥ - تحديد طريقة إنقاص السعرات التى تم حسابها فى الخطوة السابقة من خلال تنظيم الغذاء وممارسة الرياضة.

٦- الاحتفاظ بتسجيلات وزن الجسم والغذاء والطاقة المستهلكة.

٧- ضبط نظام الغذاء وبرنامج التدريب للمحافظة على الوزن المستهدف.

الخطوة الأولى: تحديد الوزن المستهدف للجسم

يستطيع الفرد العادى تحديد المستهدف الذى يرغب أن يكون عليه وزن جسمه، وإذا أردنا أن نتحرى الدقة، فعلينا أولا أن نقوم بتحديد كتلة الجسم بدون الدهن باستخدام الطرق التى من بينها : طريقة الوزن تحت الماء Under Water Weighing أو طريقة قياس ثنايا الجلد Skinfold.

وعادة تكون النسبة المئوية المستهدفة للدهن بالجسم فى حدود ١٥ ٪ للشبان و ٢٥٪ للشابات. وقد يحتاج بعض الرياضيين إلى نسب أقل من ذلك، كما أن المراحل السنية الأكبر قد تصل فيها النسبة إلى ٢٠٪ دهون بالنسبة للرجال، ٣٠٪ بالنسبة للسيدات.

وبناء على تحديدنا لكتلة الجسم والمستهدف المطلوب للنسبة المئوية للدهون يمكن تحديد وزن الجسم المستهدف وذلك عن طريق استخدام المعادلة التالية :

الوزن المستهدف =

$$\frac{\text{١٠٠} \times \text{كتلة الجسم بدون دهن}}{\text{١٠٠} - \text{النسبة المئوية المستهدفة للدهن}}$$

مثل : شخص وزنه ٩٠ كيلوجراما، نسبة الدهن بجسمه ٢٠٪ أى (١٨) كيلوجراما.

إذا كتلة الجسم بدون الدهن =

٩٠ - ٨٠ = ٧٢ كيلوجراما

وإذا كانت نسبة الدهن المستهدفة ١٣٪ يكون وزن الجسم المستهدف تبعا.

$$\text{للمعادلة} = \frac{\text{٧٢} \times \text{١٠٠}}{\text{١٠٠} - \text{١٣}}$$

$$= \frac{\text{٧٢٠٠}}{\text{٨٧}} = \text{٨٢,٨ جرامات}$$

وهذا يعنى أن الشخص يجب أن ينقص وزنه الحالى من ٩٠ كيلوجراما ليصل إلى ٨٢.٨ كيلوجرام، أى يكون النقص بمقدار ٧,٢ كيلوجرام.

إنقاص وزن الجسم بتخفيض عدد الكيلوجرامات الزائدة لن يتم بالطبع دفعة واحدة، إذ يكون ذلك موزعا على طول مدة البرنامج؛ ولذا ينصح الخبراء بألا يكون إنقاص الوزن سريعا، بمعنى أن الأشخاص الذين يستخدمون النظم الغذائية لإنقاص الوزن بسرعة غالبا ما يعودون إلى الأوزان التى كانوا عليها مرة أخرى؛ ولذا فإن الإنقاص المتدرج للوزن والذى حدده الخبراء بمعدل من رطل إلى رطلين أسبوعيا أى بحد أقصى كيلو جرام فى الأسبوع تقريبا، يكون هو الهدف المطلوب من برنامج التدريب، وإذا استخدمنا مستوى معتدلا لإنقاص الوزن بما يعادل رطل أسبوعيا أو ٠,٤٥٠ كيلوجرام فإن عدد الأسابيع المطلوبة للبرنامج التدريبى لإنقاص الوزن يكون فى المثال السابق المطلوب فيه إنقاص مقدار ٧,٢ كيلوجرام من وزن الشخص.

$$\text{هو} : \frac{\text{٧,٢}}{\text{٠,٤٥}} = \text{١٦ أسبوعا}$$

الخطوة الثانية: تقدير السعرات الحرارية المكتسبة

قبل تحديد السعرات الحرارية التى يجب أن يتناولها الفرد لإنقاص الوزن، يجب أولا معرفة واقع السعرات الحرارية التى يتناولها خلال طعامه اليومى، وأفضل طريقة لتحديد ذلك هى استخدام السجل اليومى لما يتناوله الشخص من مأكولات ومشروبات لمدة ١٠-١٤ يوما ثم تحول هذه القائمة إلى سعرات حرارية وتقسم على عدد الأيام لتحديد متوسط السعرات اليومية بشرط ألا يكون الوزن قد تغير خلال تلك الفترة.

الخطوة الثالثة: تقدير السعرات الحرارية المستهلكة

فى حالة ثبات وزن الجسم خلال فترة تسجيل الطعام فى الخطوة السابقة، فإن هذا يعنى أن مقدار السعرات الحرارية الداخلية هو نفسه مقدار السعرات الحرارية الخارجة بدليل عدم تراكم سعرات حرارية على شكل دهون تزيد من وزن الجسم، وتسجيل السعرات الحرارية الداخلة إلى الجسم يعتبر أكثر دقة من تسجيل السعرات الحرارية الخارجة عن طريق النشاط البدنى.

وفى حالة تغير الوزن خلال فترة التسجيل، يمكن استخدام الجدول التالى لتحديد السعرات الحرارية الخارجة من الجسم، وهناك سبب آخر لتحديد السعرات الخارجة قبل استخدام البرنامج لتحديد ما إذا كان النقص الذى حدث أكبر من المتوقع أم أقل، وبناء على ذلك يمكن تعديل البرنامج والتدريبات المستخدمة، ولزيادة الدقة يمكن حساب التمثيل الغذائى القاعدى عن طريق قياس الأكسچين المستهلك لمدة ١٠ دقائق بعد فترة صيام لمدة ١٢ ساعة وبعد ٣٠ دقيقة راحة، ثم يحول الأكسچين المستهلك إلى سعرات حرارية.

الخطوة الرابعة: تحديد السعرات المطلوبة فقدها يوميا

لتحديد مقدار السعرات الحرارية التى يجب أن يفقدها الشخص يوميا لإنقاص وزنه يجب أن نتذكر أن كل كيلوجرام واحد من الدهون يحتوى على مقدار ٧٧٠٠ سعر حرارى، وبالتالى فإنه إذا رغب شخص فى إنقاص وزنه بمقدار ١٠ كيلوجرامات وبمعدل ٠,٤٥٠ كيلوجرام أسبوعيا بما أتفق عليه فى المعدل المثالى لإنقاص الوزن (الخطوة الأولى) فإن هذه العملية تستلزم فترة زمنية مقدارها ٢٢,٢ أسبوعا، حيث إن :

١٠ ÷ ٠,٤٥٠ = ٢٢,٢ أسبوعا.

ويكون :

معدل السعرات الحرارية المطلوب فقدها أسبوعيا = ٧٠٠ × ٠,٤٥٠ = ٣٤٦٥ سعرا حراريا.

ومعدل السعرات الحرارية المطلوب فقدها يوميا= ٣٤٦٥ / ٧ (أيام الأسبوع) = ٤٩٥ سعرا حراريا

مثال آخر :

إذا أراد شخص أن يفقد مقدار ١٠ كيلوجرامات من وزنه خلال فترة ١٠ أسابيع، أى بمعدل أسرع من السابق فإن هذا الشخص يحتاج إلى فقد كيلوجرام واحد من وزنه أسبوعيا وهو ما يعادل ٧٧٠٠ سعر حرارى، وبالتالى يكون معدل السعرات الحرارية المطلوب فقدها يوميا :

= ٧٧٠٠ / ٧ (أيام الأسبوع)

= ١١٠٠ سعر حرارى

جدول (٨٨)

الطاقة المستهلكة فى مختلف الأنشطة

عن لامب ١٩٨٤

النشاط	سعر/ ساعة /كجم	النشاط	سعر/ ساعة /كجم
الرقود فى الفراش	١,٠٣	الفروسية	٣-٨
الجلوس للقراءة	١,٠٦	الدراجات للمرح	٤,٣٦
الوقوف	١,٢٣	الدراجات بسرعة ١٠ أميال/ ساعة	٧
الأنشطة الرياضية		الرقص الهوائى	٦-٩
الرماية بالقوس	٣,٩٠	هوكى الملعب	٨
الريشة الطائرة	٤-٩	كرة القدم	٦-١٠
مباراة كرة سلة	٧-١٢	جولف بالمشى	٥,١٠
تدريب كرة سلة	٣-٩	كرة اليد، الأسكواش	٨-١٢
البلياردو	٢,٥٠	جوالف بالعربة	٢-٣
البولينج	٣	الوثب بالحبل ٦٠-٨٠ وثبة/ ق	٩
الملاكمة	١٣,٣	الوثب بالحبل ١٢٠-١٤٠ وثبة/ ق	١١,٥
الجرى بسرعة ١٢ ميلا/ ساعة	٨,٧	الجرى بسرعة ٩ أميال/ ساعة	١١,٢٠
الجرى بسرعة ١١ ميلا/ ساعة	٩,٤٠	الجرى بسرعة ٨ أميال/ ساعة	١٢,٥٠
الجرى بسرعة ١٠ أميال/ ساعة	١٠,٢٠	الجرى بسرعة ٦ أميال/ ساعة	١٦,٣٠
الجرى بسرعة ٧ أميال/ ساعة	١٤,١٠	سباحة الصدر ١٨ مترا/ ساعة	٤,٢٢
سباحة الصدر ٣٧ مترا / ساعة	٨,٤٤	سباحة حرة ٤١ مترا/ ساعة	٧,٦٦
تنس طاولة	٣-٥	المشى ٣,٢ ميل/ ساعة	٣,٨
التنس	٤-٩	المشى ٤,٥ ميل/ ساعة	٨,٥١
الكرة الطائرة	٣-٦	الراكيت	٨-١٢

سعر / ساعة / كجم = سعر حرارى فى الساعة لكل كيلوجرام من وزن

ولاختصار العمليات السابقة فإنه يمكن تحديد السعرات الحرارية المطلوب تخفيضها يوميا بضرب (معدل نقص وزن الأسبوع بالكيلوجرامات × ١١٠٠) والرقم المحدد ١١٠٠ هو $\frac{١}{٧}$ الكمية المطلوب تخفيضها والتى تخص يوما واحدا من أيام الأسبوع، حيث إنه إذا قسمنا ٧٧٠٠ سعرا حراريا وهو المقدار الذى يحتويه كل كيلوجرام من الدهون على رقم ٧ الذى يمثل أيام الأسبوع لكان الناتج هو الرقم ١١٠٠ .

ولو طبقنا هذه الطريقة المختصرة على المثال السابق يكون :

معدل السعرات الحرارية المطلوب فقدها يوميا =

معدل نقص الوزن الأسبوعى × ١١٠٠ =
٠,٤٥٠ × ١١٠٠ = ٤٩٥ سعرا حراريا.

الخطوة الخامسة: تحديد طريقة إنقاص السعرات الحرارية الزائدة

بعد تحديد السعرات الحرارية المطلوب إنقاصها كلية وتقسيمها على معدلات أسبوعية ومعدلات يومية يتم اختيار إنقاص هذه السعرات الداخلة عن طريق حجم الغذاء وزيادة السعرات الخارجة بزيادة النشاط البدنى وكما ذكرنا سابقا ينصح دائما باستخدام الدمج بين نظم التغذية والتدريب.

ويمكن أن يتراوح عدد السعرات الحرارية التى تنقص عن طريق التدريب فى اليوم الواحد ما بين ٣٠٠-٦٠٠ سعر حرارى تبعا لحالة الفرد وقدرته على التدريب، أما بالنسبة للأشخاص الذين لا يرغبون فى زيادة التدريب فينصح بأن يكون إنقاص السعرات الحرارية مناصفة بين التدريب ونظم التغذية أى بنسبة ٥٠٪ لكل منهما.

وهناك أنماط من الأنشطة الرياضية تختلف فى تكلفتها من السعرات الحرارية تبعا لشدة المجهود المبذول فيها، فيمكن استخدام المشى أو الهرولة أو الجرى والدراجات والسباحة والتنس والاسكواش. . ، وهذه الأنشطة علاوة على أنها تؤدى إلى إنقاص الوزن فإنها تحدث تأثيرا إيجابيا على الجهازين الدورى والتنفسى، ويمكن اختيار هذه الأنشطة من الجدول السابق، وهناك بعض النصائح التى يمكن الاستفادة منها عند تقليل السعرات الحرارية عن طريق التغذية وهى :

- تجنب استخدام الأغذية المعدة سريعا والأغذية المعدة للتخسيس وذلك لخطورتها على الصحة.

- يجب أن تشمل كل وجبة على ٠,٩ جرام بروتين لكل كيلوجرام من وزن الجسم وأن تمثل نسبة البروتينات من ١٠-٢٠٪ من إجمالى السعرات الحرارية للوجبة ويجب أن تمثل الكربوهيدرات نسبة ٦٠٪ من السعرات الكلية للوجبة، ويفضل أن يكون معظمها الكربوهيدرات المركبة كالبطاطس والأرز والفواكه والخضروات مع تقليل السكر.

- ألا تزيد نسبة السعرات الحرارية من الدهون عن ٣٠٪ وتكون من نوعية الدهون غير المشبعة.

من المهم الاستمرار فى تسجيل وزن الجسم والغذاء والتدريبات المستخدمة، حيث يساعد ذلك فى تفسير سبب نقص الوزن لدى بعض الأشخاص وقد يكون نتيجة زيادة الطعام أو قلة الحركة، فإذا كان الوزن المفقود أكثر من المتوقع فيمكن للفرد زيادة طعامه قليلا، وإذا كان الوزن المفقود أقل من المتوقع فيمكن تقليل الغذاء أو زيادة النشاط قليلا وهكذا.

أما بالنسبة للأشخاص الذين يحتاجون لإنقاص بضعة كيلوجرامات قليلة، فإنه من غير الضرورى استخدام التسجيل ويمكنهم فقط تقليل الطعام والاستمرار فى البرنامج.

الخطوة السابعة : ضبط نظام الغذاء وبرنامج التدريب

لضمان الحفاظ على الوزن الذى أمكن الوصول إليه خلال فترة تنفيذ البرنامج التدريبى والغذائى يمكن المحافظة على الاستمرار فى التدريب بعد عملية تعديل سلوك التغذية والنشاط واستخدام القياسات المستمرة وضبط السعرات الداخلة والخارجة أولا بأول.

مثال تطبيقى :

إذا رغب شخص ما فى إنقاص وزنه بمقدار ٢٠ رطلا وكان مستوى اللياقة البدنية عنده ضعيفا وهو يتناول طعاما يوميا مقداره ٢٠٠٠ سعر حرارى، فما الخطوات التنفيذية التى تتبع فى هذه الحالة ؟

الإجابة :

بناءً على البيانات الواردة لهذه الحالة فقط اختصرت عدة خطوات من بينها تحديد الوزن المستهدف وتحديد السعرات الداخلة والسعرات الخارجة وقد حدد الوزن الزائد المطلوب فقده وكان ٢٠ رطلا، وبما أن الرطل الواحد يعادل ٣٥٠٠ سعر حرارى فإن تحويل الوزن إلى سعرات حرارية يكون كالآتى :

٢٠ × ٣٥٠٠ = ٧٠,٠٠٠ سعر حرارى.

لذا فإنه قد تم وضع جدول تدريبى لإنقاص الوزن مدته ١٤ أسبوعا.

جدول (٨٩)

برنامج لإنقاص الوزن

الأسابيع	التدريب (سعر حرارى)		التغذية (سعر حرارى)		مجموع السعرات
	سعر	يوم	سعر	يوم	
١-٢	١٠٠ × ١٤ = ١,٤٠٠		٥٠٠ × ١٤ = ٧,٠٠٠		٨,٤٠٠
٣-٤	٢٥٠ × ١٤ = ٣,٥٠٠		٥٠٠ × ١٤ = ٧,٠٠٠		١٠,٥٠٠
٥-٦	٣٠٠ × ١٤ = ٤,٢٠٠		٥٠٠ × ١٤ = ٧,٠٠٠		١١,٢٠٠
٧-٨	٣٥٠ × ١٤ = ٤,٩٠٠		٥٠٠ × ١٤ = ٧,٠٠٠		١١,٩٠٠
٩-١٠	٤٠٠ × ١٤ = ٥,٦٠٠		٥٠٠ × ١٤ = ٧,٠٠٠		١٢,٦٠٠
١١-١٢	٤٥٠ × ١٤ = ٦,٣٠٠		٥٠٠ × ١٤ = ٧,٠٠٠		١٣,٢٠٠
١٣-١٤	١٥٠ × ١٤ = ٢,١٠٠		٥٠٠ × ١٤ = ٧,٠٠٠		٢,١٠٠

إجمالى السعرات الحرارية المفقودة = ٧٠,٠٠٠ سعر حرارى = ٢٠ رطلا.

زيادة الوزن Gaining Body Weight

بالرغم من أن زيادة الوزن هى آخر ما يفكر فيه الأفراد غير الرياضيين، إلا أن هناك بعض الأنشطة الرياضية تحتاج إلى زيادة فى الوزن، حيث يساعد على ذلك فى تحقيق نتائج أفضل فى البطولة أو المنافسة، وهذه الأنشطة الرياضية تشمل أنشطة السرعة والقدرة ويجب أن تؤكد على أن هذه الزيادة المطلوبة بالطبع ليست زيادة فى وزن دهون الجسم ولكن زيادة وزن الجسم الخالى من الدهون Lean body Tissue وهو بالطبع يشمل الأنسجة العضلية التى تساعد على زيادة القدرة والقوة، وفيما يلى بعض النقاط الهامة فى هذا الموضوع.

معدلات زيادة كتلة الجسم الخالية من الدهن:

تعتمد زيادة كتلة الجسم الخالية من الدهن على عدة عوامل مختلفة مثل: ١- مقدار المقاومة التى يستخدمها فى التدريب ٢- والعوامل الوراثية ٣- كتلة الجسم ٤- الجنس ٥- نظام التغذية ٦- البرنامج التدريبى المستخدم ٧- الدوافع ٨- مدى

استخدام العوامل البنائية Anabolic agents وبملاحظة بعض لاعبى كرة القدم وقدامى لاعبى كمال الأجسام فى المرحلة السنية من ١٨-٢٥ سنة لوحظ أن كتلة الجسم تزيد بمقدار نسبة ٢٠٪ خلال السنة الأولى لتدريب المقاومة الثقيلة وخلال التدريب المنتظم تمت الزيادة بنسبة ١-٣٪ سنويا، أما بالنسبة لغير المدربين من الرجال فيمكن أن يؤدى البرنامج التدريبى فى البداية إلى زيادة مقدارها حوالى ٣ أرطال تقريبا لكتلة الجسم الخالية من الدهن كل شهر وخلال السنة الأولى يمكن أن يزيد وزن الجسم حوالى ٢٠ رطلا من بينها ١٨ رطلا من النسيج الخالى من الدهن، وبالنسبة للسيدات فإن الزيادة تحدث بنفس الطريقة ولكن بنسبة تتراوح ما بين ٥٠-٧٥ ٪ لما تحدث فى الرجال، ولوحظ أن هذه المعدلات تكون أبطأ لدى الرياضيين المدربين جيدا، فعند متابعة بعض متسابقى الرمى ورفع الأثقال فى سن ١٧ سنة لوحظ صعوبة زيادة كتلة الجسم ولا يمكن أن تحدث دورن استخدام نظام غذائى للطاقة، وفى بعض الدراسات الجيدة اتضح أن المعدل الأقصى لتحول النتروجين إلى بروتين هو ٢-٣ جرامات فى اليوم، وهذا يعنى أن معدل تراكم النتروچين يؤدى إلى تكوين ١٨,٧٥ جراما من البروتين أو ٩٣,٧٥ جراما من الأنسجة الخالية من الدهن (حيث يشكل البروتين نسبة حوالى ٢٠٪ من الأنسجة الخالية من الدهن) هذه الكمية يمكن أن تضاف إلى كتلة الجسم يوميا من الناحية النظرية ونتيجة لذلك يمكن زيادة الأنسجة الخالية من الدهن فى حدود ٣٧,٧٥ رطلا سنويا.

دور العامل الغذائى لزيادة الوزن:

يعتبر الغذاء المتزن هو العامل الأساسى مع الاهتمام بزيادة حجم المواد الكربوهيدراتية المسئولة عن إنتاج الطاقة، حيث يتيح ذلك للعضلات أن تعمل بكفاءة اعتمادا على الكربوهيدرات، كما يؤدى ذلك إلى سرعة الاستشفاء لمخزون الجليكوجين بالعضلات، وقد أثبتت الدراسات العلمية على المصارعين تفوق الذين يتناولون وجبات غذائية غنية بالكربوهيدرات فى المحافظة على مستوى الأداء أثناء التدريب مقارنة بمن تناولوا كميات أقل من الكربوهيدرات. أما البروتين فهو هام جدا لبناء الكتلة العضلية؛ ولذلك يجب المحافظة عليه لأداء هذه الوظيفة باستخدام المواد الكربوهيدراتية لإنتاج الطاقة؛ لذلك فإن تناول كل من المواد الكربوهيدراتية لإنتاج البروتين لبناء العضلات يعتبر هو الأسلوب الأفضل لزيادة كتلة الجسم بدون الدهن.

وقد يلجأ بعض الرياضيين إلى استخدام بعض المنتجات مثل الكرياتين Creatine أو أشكال مختلفة الأحماض الأمينية Amino Acids أو الفانادايوم Vanadiuom وغيرها، وهذه المواد شائع استخدامها بين لاعبى القدرة Power ويجب معرفة أن معظم هذه المواد لم يتم تقويمها علميا بعد وكثير منها غال التكلفة والبعض منها يمكن أن يؤدى إلى تأثيرات جانبية سالبة، ويجب دراسة تأثير كل من هذه المنتجات جيدا من كافة النواحى قبل أن يستخدمها أى رياضى.

مقدار البروتين اليومى للرياضى

أثبتت كثير من الدراسات العلمية أن استخدام البروتين بنسبة تزيد عن مقدار الاحتياج اليومى وهو ٠,٨ جرام لكل كيلوجرام من وزن الجسم فى اليوم لا يؤدى إلى أى تأثير على الأداء أو زيادة كتلة الأنسجة الخالية من الدهن وهناك بعض الدلائل تشير إلى ما يلى :

- الرياضيون الذين يمارسون أنشطة القوة أو القدرة ويتدربون بشكل منتظم ومستمر يحتاجون إلى ١,٧٦ جرام / كجم / يوم وبمدى ١,٤ ـ ١,٨ جرام / كمية / يوم.
- الرياضيون الذين يمارسون أنشطة التحمل يحتاجون إلى ١,٥ جرام / كجم / يوم.
- وهذا يوضح أن كلا من الرياضيين فى أنشطة القوة أو القدرة والتحمل يحتاجون إلى مقدار يزيد عن الاحتياج اليومى.
- بناء على نتائج بعض الدراسات اتضح أن الرباعيين ومتسابقى الرمى يحتاجون إلى مقدار أكبر يصل إلى ٢-٢,٥ جرام / كجم / يوم فى غذائهم الطبيعى وبدون أى إضافات من البروتين.
- ويحتاج الأطفال فى مرحلة النمو وكذلك السيدات إلى كميات أكثر من البروتين وخاصة بعد الولادة.

دور التدريب الرياضى فى زيادة الوزن

يمكن استخدام برامج تنمية القوة عن طريق تمرينات المقاومة لزيادة وزن الجسم من خلال زيادة النسيج الخالى من الدهن، ولكى يتحقق ذلك يجب مراعاة بعض العوامل مثل استخدام ١- زيادة الحمل Over load ٢- الشدة Intensity ٣- التدرج Progression ٤- الاستشفاء Recovery بين وحدات التدريب، حيث إن للاستشفاء تأثيرا كبيرا على التدريب وبناء على الدراسات الحديثة فى هذا المجال فقد اتضح أن بناء البروتين يقل أثناء وبعد جرعة تدريب القوة مباشرة ولكن يعود إلى الزيادة حتى يصل إلى أعلى مستوى خلال ٢٤ ساعة بعد التدريب، وهذه الملاحظة تدعو إلى إعطاء فرص لعمليات الاستشفاء أن تتم خلال فترة ٢٤ ساعة بعد التدريب حتى يتحقق الحد الأقصى للفائدة، وقد اتضح أن استخدام التغذية خلال هذه الفترة يزيد من سرعة وكفاءة النمو العضلى، ويمكن تلخيص ما توصلت إليه الدراسات العلمية فى هذا المجال إلى مايلى:

١- أن التدريب باستخدام المقاومة المناسبة يمكن أن يزيد من كتلة الجسم بدون الدهن Lean Body Mass والتضخم Muscle Hypertrophy مثل ما يكتسبه الجسم من تمرينات القوة أو القدرة.

٢- تتحقق زيادة كتلة الجسم بدون الدهن من خلال مجموعات Sets للتمرينات بتكرارات من ٨-١٢ مرة فى كل تمرين، بينما يكون أفضل لتنمية القوة والقدرة استخدام مجموعات للتمرينات بتكرارات أقل ٤-٦ مرات فى كل تمرين وإن كانت بعض الدراسات أثبتت أن المدخل الفترى Periodized approach يؤدى إلى نتائج أفضل فى القوة أو القدرة، ويعتمد هذا المدخل على التدرج من زيادة تكرارات التمرين إلى الأقل مع زيادة الشدة وعلى مدى عدة أشهر مع تغيير نوعية التمرينات خلال هذه الفترة.

٣- يعتمد تحديد عدد أيام التدريب على عدة عوامل تشمل الأهداف المحددة والحالة التدريبية، وإن كان هناك بعض الدلائل القليلة التى تؤيد زيادة عدد أيام التدريب عن ثلاثة أيام فى

الأسبوع مع زيادة عدد جرعات التدريب فى اليوم الواحد.

٤- لا تؤدى تأثيرات تمرينات التحمل من الناحية الفسيولوجية إلى زيادة كبيرة فى كتلة الجسم بدون الدهن أو القوة والقدرة.

٥- يمكن الدمج ما بين التمرينات الهوائية وتمرينات المقاومة مما يزيد من التحمل وكتلة الجسم بدون الدهن والقوة أو القدرة، وبصفة عامة إذا كان الهدف من التدريب هو زيادة الحد الأقصى لكتلة الجسم بدون الدهنية والقوة والقدرة فيمكن تقليل حجم التمرينات الهوائية إذا لم تستبعد.

المواد الغذائية المستمدة لزيادة كتلة الجسم بدون الدهن

يستخدم بعض الرياضيين ما يسمى بالهرمونات البنائية Anabolic Steroids وفى هذا خطورة صحية؛ لذلك فإن البروتين الطبيعى هو أفضل وسيلة بنائية، إلا أن مقادير البروتينات التى يتناولها الرياضى أصبحت محددة وأى زيادة عنها لا تحقق الأغراض المطلوبة، وفى محاولة لإيجاد وسائل بديلة زاد الاهتمام فى السنوات الأخيرة بالكروميوم بيكولينات، وقد أجريت العديد من الدراسات خلال السنوات القليلة الماضية بجامعة Bemidji State University فى Minnesota واقترحت بأن تناول الكروميوم قد يؤدى إلى زيادة النسيج الخالى من الدهن ويقلل النسيج الدهنى فى الأشخاص الرياضيين الذين يحاولون المحافظة على أوزانهم، غير أن الدراسات الأكثر حداثة دحضت كثيرا من هذه الادعاءات، وحتى الآن أجريت العديد من الدراسات حول تأثيرات مواد مثل Chromium, Carnitine and Gamma Oryzanol ولم تؤد أى من هذه المواد إلى المساعدة على تحسين الأداء وإحدى هذه المواد فقط التى أظهرت الدراسات أن لها تأثيرا وهى الكرياتين Creatine، وبصفة عامة لا يوجد هناك نظام غذائى معين يزيد من الكتلة العضلية أو القوة بدون الاعتماد على عمليات التدريب والأسس السليمة لتناول الكربوهيدرات والبروتينات التى تم مناقشتها فى هذا الموضوع.

التمرينات السالبة Passive Exercise

بهدف تنمية اللياقة البدنية وإنقاص الوزن ظهرت فى الآونة الأخيرة بعض الأجهزة التى تساعد على أداء الفرد للتمرينات بطريقة سالبة ليس له دور فيها، ويساعد فى ذلك استخدام الأجهزة السالبة Passive Devices.

وقد بدأت هذه الأجهزة والأدوات فى الانتشار اعتقادا بأن لها فوائد صحية، غير أن الدراسات العلمية أكدت موقف هذه الأجهزة وتستعرض بناء على رأى Corbin and (١٩٩٤) Indsey.

آلات الدحرجة Polling Machines

هى عبارة عن أسطوانات خشبية أو معدنية وهى عبارة عن محرك كهربائى تدحرج جزء الجسم لأعلى ولأسفل، على أمل أنها تزيل أو تكسر الدهون أو تعيد توزيعها، وهذا اعتقاد خاطئ.

أحزمة الذبذبات Vibrating Belts

وهى أحزمة عريضة مصنوعة من قماش القنب الذى تضع منه الأشرعة والحبال أو مصنوعة

من الجلود، ويمكن أن تصمم لتناسب الذقن أو الفخذين ومنطقة الحوض أو البطن، وتعمل بواسطة محرك كهربائى وهى تتحرك باهتزاز على أنسجة الجسم وليس لها أى فائدة بالنسبة للياقة البدنية أو الدهون أو شكل الجسم، وهى ضارة إذا استخدمتها السيدة الحامل على منطقة البطن أو إذا استخدمت أثناء الدورة الشهرية، ويمكن أيضا أن تسبب مشاكل فى الظهر.

المناضد والوسائد الهزازة

Vibrating Tables and Pillows

وتسمى أحيانا مناضد التنغيم Toning Tables وهى عبارة عن وسائد أو ألواح أو مقاعد تحفيز تحت الجسم، غير أنها لا تؤدى إلى تحسين القوام أو تحسين شكل الجسم أو تقليل الوزن ولكنها فقط تحسن النغمة العضلية ولبعض الناس يمكن أن تؤدى إلى الاسترخاء.

مناضد الحركة السالبة المستمرة

Continuous Passive Motion

وهى عبارة عن منضدة تعمل بوساطة محرك ولكنها لا تعمل اهتزازات ولكنها تحرك أجزاء الجسم بشكل تكرارى على مدى من الحركة وهى مصممة بحيث تعمل كما تعمل التمرينات العادية تماما مثل فرد الرجل ولكن دون إرادة الفرد وبطريقة سالبة وأداء حركة تمرينات البطن كذلك وغيرها، ويدعى بأنها تحرك الدورة الدموية وسريان الأكسچين وإزالة الماء الزائد ولكنها لا تؤدى إلى أى من هذه المعتقدات، ولكنها قد تساعد على المحافظة على المدى الحركى الطبيعى لأى جزء من الجسم وخاصة للأفراد الذين لا يستطيعون الحركة، أما الأشخاص الأصحاء فليس لهذه الأجزاء أى فائدة لهم.

آلات التجديف والدراجات ذات المحرك

Motor - driven cycles and Rowing Machines

وهذه الآلات لا تفيد فى برامج اللياقة البدنية ولكنها قد تفيد فى زيادة الدورة الدموية والمحافظة عليها والمحافظة على بعض المرونة ولكنها لا تفيد مثل التمرينات النشطة، وتعتبر الدراجات وأجهزة التجديف بدون المحرك هى التى يستفاد منها فى برامج اللياقة البدنية.

التدليك Massage

للتدليك فوائد أخرى كثيرة خلافا لاكتساب اللياقة البدنية أو تقليل الوزن، وسواء كان باليدين أو باستخدام الأجهزة، فهو يساعد على تحسين الدورة الدموية والاسترخاء ويقى من الالتصاق، ويساعد على تقليل الضمور العضلى، كما له فوائد علاجية وطبية كثيرة ولكن لا توجد دلائل على أن التدليك يمكن أن يساعد على سرعة نمو العصب أو إزالة الدهون تحت الجلد أو تحسين الأداء الرياضى.

التنبيه الكهربائى للعضلة

Electrical Muscle Stimulators

يؤدى التنبيه الكهربائى إلى انقباض العضلات بطريقة لا إرادية ويمكن تحت الإشراف الطبى والعلاجى والرياضى أن تنمو العضلات من ناحية القوة والتحمل وبشكل انتقائى أى تحديد العضلة المطلوب تدريبها دون غيرها، كما تساعد فى علاج الاستسقاء Adema وتساعد فى تجنب الضمور فى الأشخاص غير القادرين على الحركة واستخدام هذه الأجهزة بشكل غير مناسب يمكن أن يكون ضارا ويمكن أن يسبب الجلطات القلبية heart Attaks ومشاكل فى الأمعاء والعظام والكلى وغيرها، مثل الصراع والفتق والدوالى

وبذلك لايجب إطلاقا استخدامها بدون المتخصصين.

أحزمة الأثقال Weighted Belts

يعتقد بأن هذه الأحزمة تقلل محيط الخصر والفخذ والعقدة إذا ما تم ارتداؤها لعدة ساعات تحت الملابس وفى الحقيقة أنها لا تغير بأى شكل مما سبق بل على العكس يمكن أن تكون ضارة بدنيا ولكن الاستخدام الصحيح لها يكون بوضعها حول الرسغ أو مفصل القدم، حيث تساعد فى تشكيل حمل إضافى لذلك تساعد فى تنمية القوة والتحمل.

الملابس العاصرة أو غير المنفذة للسوائل

وهذه الملابس تحتوى على انتفاضات مطاطية مثل (أحزمة السونا Sauna Belts سروالات السونا القصيرة Sauna Shorts) والأدوات الشخصية التى تمنع الهواء سواء كانت من البلاستيك أو المطاط.

تشير الدلائل على أن الاعتقاد بتأثير هذه الأدوات على المحيطات لا مبرر له، فإذا ما تم التدريب مع ارتداء هذه الملابس، فإن المفيد هو التدريب وليس هذه الملابس وليس لها تأثير على إزالة الدهون.

تغطية الجسم Body Wrapping

تعلن بعض الصالونات أو الإنزيمات أو صالات التدريب (جيم) عن أن تغطية الجسم بالضمادات Banages المنقوعة فى محاليل سحرية سوف تؤدى إلى نقص محيطات الجسم، وهذا يعتبر نوعا من الدجل، حيث إن ربط الفخذ مثلا بهذه الضمادات يمكن أن يؤدى إلى الضغط على سوائل الجسم لتنتقل إلى جزء آخر من الجسم بشكل مؤقت ثم يعود الحجم الحقيقى للفخذ إلى مستواه بعد عدة دقائق أو ساعات، وعادة ما يكون المحلول المستخدم مكونا من شىء ما أو مادة يمكن أن تسحب السوائل من الأنسجة، وهذه السوائل هى ماء وليست دهونا؛ ولذلك سرعان ما يقوم الجسم بتعويضها وعملية تغطية الجسم يمكن أن تكون ضارة للجسم.

الأربطة المطاطة Elastic Tights

عادة ما يستخدمها الرياضيون مثل متسابقى الدراجات اعتقادا بأنها تساعد فى تحسين عودة الدم الوريدى فهى تساعد على الاستشفاء من التدريب، غير أن الدراسات العلمية أثبتت عدم وجود فروق دالة بين من يستخدمها ومن لا يستخدمها.

برامج التدريب الشخصى
Personal Training Program

تطبيق أسلوب المدرب الشخصى Personal Training هو أسلوب متبع فى أفضل مراكز اللياقة والأندية الصحية فى العالم، ويقصد بهذا المصطلح أن احتياجات الأفراد للياقة والصحة تختلف تبعا لعدة عوامل، مثل السن والجنس والحالة الصحية والنفسية وغيرها.. كما أن التدريب العشوائى غير المنظم والمخطط قد لا يحقق الأهداف وقد تكون نتائجه سالبة فى أحيان كثيرة كما يدعو إلى سرعة الملل والانقطاع عن التدريب وهو ما يعانى منه الكثير، ولكن استخدام برامج التدريب الشخصى المصممة وفقا لاحتياجات الفرد وقدراته الذاتية تعتبر هى الحل الأمثل لاكتساب اللياقة والصحة، وفيما يلى نبذة مختصرة عن هذه البرامج :

١- برامج ضبط الوزن

Weight Management Program

ضبط الوزن يقصد به تحقيق الوزن المثالى المناسب لكل فرد تبعا لحالته مما يعنى إنقاص الوزن أو زيادته، ويتحقق نجاح هذا البرنامج من خلال استخدام الخطوات العلمية والتى تبدأ بقياس نسبة الدهن بالجسم باستخدام أحدث الأجهزة وبالتالى تحديد الوزن المثالى سواء بزيادة أو بإنقاص الكيلوجرامات الزائدة ثم يصمم البرنامج الملائم لكل فرد حسب رغبته وأسلوب حياته وينفذ البرنامج وفقا لجدول زمنى وخلال مراحل معينة مع القياسات والمتابعة المستمرة.

٢- برامج اللياقة الكاملة Total Fitness Programs

اللياقة الكاملة تعنى كفاءة جميع أجهزة الجسم بهدف أن يعيش الإنسان حياة صحية سليمة مع زيادة عوامل الوقاية من أمراض المدنية الحديثة الناتجة عن قلة الحركة، وذلك من خلال ضبط نسبة الدهن بالجسم وتحسين كفاءة الجهاز الدورى والتنفسى للوقاية من أمراض القلب والأوعية الدموية وتحسين التحمل العضلى لتحمل أعباء الحياة اليومية البدنية وزيادة القوة العضلية حول المفاصل لوقايتها من الآلام والالتهابات مع زيادة مرونتها لوقايتها من التيبس، ويتحقق ذلك من خلال مستويات أربعة مختلفة يتدرج من خلالها الفرد خلال مراحل زمنية وقياسات دورية مستمرة، ويقوم المدرب بتنفيذ البرنامج المصمم بصفة شخصية للفرد عن طريق الإخصائيين وباستخدام الكمبيوتر.

٣- برامج اللياقة للشباب

Youth Fitness Programs

يميل الشباب إلى زيادة القوة العضلية وبناء الأجسام body Building وتختلف مكونات البرنامج تبعا لحاجة الشاب ما إذا كان يرغب فى زيادة القوة السريعة Power، أو زيادة القوة مع التضخم العضلى أو زيادة القوة مع التحمل العضلى أو زيادة القوة لتحسين النغمة العضلية Muscular Tone، ومن خلال تحديد الهدف من التدريب يصمم برنامج التدريب المناسب لحالة الفرد ويساعد فى ذلك استخدام الكمبيوتر لتحديد مكونات البرنامج التدريبى المناسب مع القياسات الدورية المستمرة.

٤- برامج اللياقة للأبد

Fitness Forever Programs

يحرص الإنسان دائما على أن يبقى أكثر صحة وأكثر شبابا وحيوية ومع تقدم العمر يفقد تدريجيا حيويته وشبابه، ولكن بفضل برامج اللياقة للأبد يمكن التغلب على مظاهر تقدم العمر بتحسين النغمة العضلية ليبدو الجسم أكثر حيوية وشبابا وتحسين عمل المفاصل لوقايتها من التيبس والالتهابات وتقليل فرصة الإصابات بضعف العظام وأمراض القلب والشرايين، وكلما انتظم الفرد فى هذه التمرينات قاوم سرعة الإصابة بالشيخوخة التى ليس لها عمر معين، فقد يكون الفرد شابا ولكنه يعيش أعراض الشيخوخة.

٥- برامج الصحة واللياقة

Health and Fitness Programs

أثبتت الأبحاث العلمية الحديثة أن الرياضة تساعد فى الوقاية، كما أنها تساعد أيضا فى العلاج لكثير من أمراض قلة الحركة مثل أمراض القلب والأوعية الدموية وزيادة دهنيات الدم والسكر وآلام الرقبة وأسفل الظهر والتهابات المفاصل ووهن العظام وغيرها ومن خلال الإخصائيين فى المجال الطبى العلاجى والمجال الرياضى وتصمم البرامج التدريبية الخاصة بكل

حالة مع المتابعة والإشراف الطبى والصحى الكامل.

٦- برامج اللياقة للسيدات
Women Fitness Programs

أثبتت الأبحاث العلمية أهمية الممارسة الرياضية من أجل جمال المرأة وصحتها، وتصمم البرامج الخاصة التى تهدف إلى تحسين تركيب الجسم للمرأة وتوزيع نسبة الدهون ولتحسين النغمة العضلية للوقاية من الترهل والوقاية من ضعف العظام، والتمرينات الخاصة فى حالة الحمل وبعد الولادة وغيرها.

٧- برامج اللياقة للأطفال Kids Fitness Programs

إن الاستعداد للإصابة بكثير من الأمراض يبدأ من مرحلة الطفولة، فالسمنة وأمراض القلب والجهاز الدورى وغيرها تنشأ مع حياة الطفل الأولى؛ لذلك يعد الطفل ليحيا بطريقة صحية من خلال برامج اللياقة البدنية لعلاج السمنة أو النحافة لدى الأطفال وزيادة كفاءة الجهاز الدورى والتنفسى وتحسين كفاءة الجهاز العصبى والعضلى وفقا للمقاييس العالمية المختلفة للياقة البدنية الخاصة بكل مرحلة سنية خلال مراحل النمو.

٨- برامج اللياقة للتأهيل البدنى
Physical Rehabilitation Fitness Programs

يمكن استعادة الكفاءة البدنية بعد الإصابات الرياضية أو العمليات الجراحية من خلال التمرينات العلاجية والتأهيلية لرفع مستوى الأداء الحركى للعضلات والمفاصل، ومن خلال المتابعة الطبية والاختبارات البدنية وتحديد الحالة الوظيفية ومستوى الكفاءة البدنية يمكن مساعدة المصابين لسرعة العودة إلى الملاعب الرياضية أو ممارسة أنشطة الحياة اليومية العادية.

٩- برامج التخلص من التوتر Stress Management

أصبح التوتر والضغوط سمة من سمت العصر، ولا ينجو أحد من زيادة تعرضه للتوتر والضغوط البدنية والنفسية؛ لذلك تعد برامج خاصة لرجال الأعمال تساعدهم على استعادة النشاط والحيوية والتخلص من التوتر باستخدام برامج الاسترخاء والتدليك والسونا والتمرينات البدنية الخفيفة لتحسين الدورة الدموية والنغمة العضلية لتقى الصحة وتزيد من القدرة على إدارة الأعمال بنشاط ونجاح.

مشكلة ضيق الوقت والانتظام فى التدريب

أصبح من المؤكد أن عدم النشاط البدنى يضر بصحة الإنسان مثله كنتيجة السجائر، ويتجنب الكثير من الناس التدخين خوفا على صحتهم، وبالرغم من ذلك نلاحظ أن كثيرا من الناس لا يريدون التدريب وممارسة النشاط الحركى للوقاية الصحية، وقد اهتم كثير من الباحثين بهذه المشكلة، وقد اتضح أن أحد أسباب المشكلة يرجع كمية «التدريب» « Exercise» ذاتها فهى تعنى يلهث وينفخ ويعرق، كما يمكن أيضا أن التدريب يستهلك الوقت ومن الصعب أن يجد الفرد وقتا لكى يذهب إلى صالة التدريب أو النادى ويغير ملابسه ويتدرب ويأخذ الدش ويغير ملابسه مرة أخرى ثم يعود إلى البيت وبذلك يصبح التدريب شيئا معقدا وصعبا بدلا من أن يكون تفرغا من مشاغل الحياة.

غير أنه يجب مراعاة أن استخدام أنشطة بدنية معتدلة مثل المشى النشط يمكن أن يحقق فائدة صحية لا تقل عن الفوائد الصحية لأداء الأنشطة الشديدة، وهذا يعنى إمكانية أداء أنشطة

بدنية تقل متطلباتها مع زيادة المتعة فى نفس الوقت.

ولا يعنى التخفيف على الأفراد أن نجعلهم يتدربون مثلا فى وقت الغذاء لتلبية حاجة الجسم للنشاط البدنى، فالإنسان يحتاج لأداء النشاط البدنى لفترة ٣٠ دقيقة على الأقل يوميا تشمل تحريك كل الجسم بنشاط بدنى معتدل.

بعض النصائح لممارسة الرياضة بهدف الصحة:

١- اجعل لنفسك سجلا للأنشطة البدنية اليومية التى تمارسها.

٢- ضع لنفسك أهدافا قصيرة المدى وأهدافا أخرى طويلة المدى، ويمكن أن تكون الأهداف القصيرة هى إضافة دقائق إلى جرعة التدريب والأهداف الطويلة هى مثلا إنقاص الوزن.

٣- يمكن فى حالة عدم وجود الوقت الكافى تقسيم فترة التدريب الكلية ٣٠ دقيقة إلى ثلاث فترات مدة كل فترة ١٠ دقائق تؤدى إلى ثلاثة دفعات على طول اليوم.

٤- فى حالة انشغالك طول اليوم يمكنك أداء الحد الأدنى للتدريب ولا تنقطع نهائيا.

٥- اختار التمرينات التى تريحك ولا داعى لاختيار التمرينات المجهدة أو المملة.

٦- قد تحتاج بعض التمرينات استعدادات خاصة كارتداء أحذية للمشى أو السباحة.

٧- يمكنك شراء بعض أدوات أو أجهزة التدريب وتضعها فى مكان قريب يمكنك استخدامها لعدة دقائق حينما تجد الفرصة متاحة لذلك.

٨- يمكن أن تؤدى المشاركة فى الأنشطة البدنية إلى تكوين صداقات.

٩- يمكنك فى أيام الإجازات أن تقطع مسافات طويلة من المشى.

الإكثار من الأنشطة البدنية الحيائية:

١- استخدم السلم بدلا من المصعد، ويمكن الصعود درجتين من السلالم معا كنوع من التنويع.

٢- امش كلما أتيحت الفرصة، ضع السيارة بعيدا عن مكان وصولك لإتاحة فرصة المشى ذهابا وعودة إلى السيارة.

٣- لا تجلس فى مكانك لفترة طويلة ودائما تحرك بالقيام والحركة.

٤- ابدأ فى تنفيذ أى هواية تحتاج إلى الحركة.

٥- تعلم رياضة جديدة.

٦- ارتبط بجماعة الأفراد النشيطة بدنيا.

تقترح كلية الطب الرياضى الأمريكية برنامجا تدريبيا يتكون من التدريب الهوائى ٣-٥ أيام و ٢-٣ مرات تدريب القوة وثلاث مرات تدريب المرونة أسبوعيا.

ويستمر زمن أداء التدريب الهوائى من ٢٠-٦٠ دقيقة فى اليوم، وتؤدى تدريبات الأثقال بعدد ٨-١٠ تمارين مجموعة واحدة لكل تمرين تشمل جميع العضلات الرئيسية، ويجب أن تشمل تمرينات المرونة العضلات الأساسية بالجسم.

ملخص

* تقوم ممارسة الرياضة بهدف الصحة بوقاية الإنسان من كثير من الأمراض المختلفة والتى يرتبط معظمها بقلة الحركة فى عصر التكنولوچيا، مثل أمراض السمنة - أمراض الشريان التاجى Coronary Artery Disease - ارتفاع ضغط الدم : Hypertension - مرض السكر Diabetes Mellitus - هشاشة العظام Osteoporosis - ألم أسفل الظهر Low-Back pain - ألم الرقبة المزمن Chronic Neck Pain - الربو Asthma - التهاب المفاصل Arthritis.

* يحدث الصداع الرياضى فى مختلف الأنشطة الرياضية مثل الجرى، والهرولة، وتدريبات الأثقال والتمرينات الهوائية وكرة القدم الأمريكية (الراجبى).

* تعتبر الأوعية الدموية أكثر الأماكن التى يسجل فيها الألم فى الجمجمة، وخاصة الجزء الأوسط Proximal part من الشرايين المخية Cerebral Arteries والأوردة الكبيرة والتجويف الوريدى Venous Sinuses.

* يصاب الرياضى بأنواع مختلفة من الصداع تشمل صداع الإجهاد Exertional Headache - صداع الجهد Effort Headache - صداع بعد الإصابة بالصدمات Posttraumatic Headaches - صداع الفقرات العنقية Cervicogenic Headache وأنواع أخرى من الصداع صداع نظارات السباحة Goggle Headache - صداع الغواص Diver's Headache - صداع المرتفعات Altitude Headache.

* مظاهر الكلى الرياضية Athletic Kidney تتميز هذه الحالة بظهور بعض المتغيرات غير الطبيعية فى البول (بروتين - كرات حمراء وبيضاء - أسطوانات) كاستجابة وقتية لأداء النشاط الرياضى لفترة طويلة، ثم تختلف هذه التغيرات خلال فترة ٧٢ ساعة تقريبا، وهذا ما يميز هذه الحالة عن أمراض الكلى العادية التى تظهر فيها نفس هذه المظاهر، إلا أنها تظهر بدون مجهود بدنى سابق وتتميز بالاستمرارية إلى أن يتم الشفاء من المرض، أى أنها تغيرات ليست وقتية كما فى حالة الكلى الرياضية.

* التدريب والألم العضلى الليفى Exercise and Fibromyalgia عند تشخيص حالة الألم العضلى الليفى Fibromyalgia Syndrome (FMS) يميز بأن الألم يظهر عند الضغط على مناطق معينة من الجسم.

* إن التدريب يمثل اختبارا للضغط يظهر بعض الأمراض الكامنة ويكشف القناع عن مجموعة من الاختلالات المرضية والتى تشمل سبع حالات هى: فقر الدم، والأنيميا، والصداع، ومشكلات المعدة والأمعاء، والقصور الدرقى، واحتباس العرق والنوبات المرضية.

* اللياقة البدنية Physical Fitness هى مقدرة الجسم لأداء وظائفه بفاعلية وتأثير، وهى تتكون من أحد عشر مكونا على الأقل، وترتبط اللياقة البدنية بمقدرة الفرد على العمل بفاعلية والتمتع بوقته الحر ليكون سليما من

الناحية الصحية ولكى يقاوم أمراض قلة الحركة Hypokinetic Diseases ويواجه الحالات الطارئة التى تتطلب منه بذل مجهود بدنى طارئ.

* يحتاج الرياضى إلى اللياقة البدنية بهدف تحسين مستوى الأداء الرياضى كما يحتاج إليها الشخص غير الرياضى بهدف الصحة.

اللياقة البدنية بهدف الصحة

Physical Fitness related to health

* تتكون اللياقة البدنية بهدف الصحة من بعض المكونات الأساسية التى ترتبط فعلا بالحالة الصحية للإنسان مثل تركيب الجسم Body Composition - لياقة الجهاز القلبى الوعائى Cardiovascular Fitness - المرونة Flexbility - التحمل العضلى Muscular Endurance - القوة Strength.

مكونات اللياقة البدنية بهدف الأداء

Physical Fitness related to Performance

* بالإضافة إلى مكونات اللياقة البدنية بهدف الصحة فإن هناك مكونات أخرى إضافية يحتاج إليها الرياضى وتشمل الرشاقة Agility - والتوازن Balance - والتوافق Coordination - والقدرة Power - ورد الفعل Reaction Time - والسرعة Speed.

* يرجع تركيب الجسم إلى التركيب الكيميائى للجسم Chemical Composition وهناك أربعة نماذج لتركيب الجسم الكيميائى ويقسم النوعان الأولان تركيب الجسم إلى مكونات الكيميائية والتشريحية المختلفة، بينما يقسم النوعان الآخران تركيب الجسم إلى مكونين اثنين فقط.

* تشمل طرق قياس تركيب الجسم أساليب عديدة من بينها طرق قياس كثافة الجسم Densitometry وقياسات سمك ثنايا الجلد Skinfold Measurements ومقاومة الكهرباء الحيوية Bioelectrical Impedance والنظائر المشعة Dilution وقياس الامتصاص الضوئى Photo Absorptiometry بالإضافة إلى القياسات الأنثروبومترية Anthropometry ومنها فهرس كتلة الجسم Body Mass Index ونسبة الوسط إلى المقعدة Waist to Hip Ratio هذا خلافا لبعض الطرق البسيطة السهلة التى يمكن لأى فرد استخدامها دون الاستعانة بأى أجهزة أو أدوات.

* يحتاج الإنسان سواء كان رياضيا أو يمارس الرياضة بهدف الصحة إلى ضبط تركيب الجسم من حيث نسبة الدهن والعضلات، ويتطلب ذلك استخدام الأساليب العلمية سواء عند الحاجة إنقاص الوزن أو زيادته، فقد يحتاج البعض إلى إنقاص الوزن وعلى العكس قد يحتاج البعض الآخر إلى زيادة الوزن.

* تطبيق أسلوب المدرب الشخصى Personal Training هو أسلوب متبع فى أفضل مراكز اللياقة والأندية الصحية فى العالم، ويقصد بهذا المصطلح أن احتياجات الأفراد للياقة والصحة تختلف تبعا لعدة عوامل، مثل السن والجنس والحالة الصحية والنفسية وغيرها، كما

أن التدريب العشوائى غير المنظم والمخطط قد لا يحقق الأهداف، وقد تكون نتائجه سالبة فى أحيان كثيرة كما يدعو إلى سرعة الملل والانقطاع عن التدريب وهو ما يعانى منه الكثير، ولكن استخدام برامج التدريب الشخصى المصممة وفقا لاحتياجات الفرد الشخصية وقدراته الذاتية تعتبر هى الحل الأمثل لاكتساب اللياقة والصحة.

* يجب مراعاة أن استخدام أنشطة بدنية معتدلة مثل المشى النشط يمكن أن يحقق فائدة صحية لا تقل عن الفوائد الصحية لأداء الأنشطة الشديدة، وهذا يعنى إمكانية أداء أنشطة بدنية تقل متطلباتها مع زيادة المتعة فى نفس الوقت.

* بعض النصائح لممارسة الرياضة بهدف الصحة وتشمل تسجيل الأنشطة ووضع الأهداف القصيرة والطويلة يمكن فى حالة عدم وجود الوقت الكافى وتقسيم فترة التدريب الكلية ٣٠ دقيقة إلى ثلاث فترات مدة كل فترة ١٠ دقائق تؤدى إلى ثلاث دفعات على طول اليوم.

أسئلة للمراجعة

١- ما هى أمراض قلة الحركة ؟

٢- ما هو دور الرياضة فى الوقاية من أمراض قلة الحركة ؟

٣- ما هو دور الرياضة بالنسبة لبعض أمراض الجهاز الدورى والتنفسى ؟

٤- ما هو الأسلوب الشامل لعلاج السمنة ؟

٥- كيف يمكنك الوقاية من ألم العمود الفقرى فى الرقبة وأسفل الظهر ؟

٦- ما هى مواصفات برنامج التدريب لمرضى السكر ؟

٧- ما هو دور الرياضة بالنسبة لمرض ارتفاع ضغط الدم الشريانى ؟

٨- ما هى أنواع الصداع التى يمكن أن تحدث للرياضيين ؟

٩- ماذا تعنى مظاهر الكلى الرياضية ؟

١٠- ما هو الألم العضلى الليفى ؟

١١- ما هى مكونات اللياقة البدنية بهدف الصحة ؟

١٢- ما هى مكونات اللياقة البدنية بهدف الأداء الرياضى ؟

١٣- ما المقصود بتركيب الجسم ؟

١٤- ما هى طرق قياس تركيب الجسم ؟

١٥- ما هى معادلة فهرس كتلة الجسم ؟

١٦- ما هى معادلة نسبة الوسط إلى المقعدة ؟

١٧- ما خطورة زيادة محيط الوسط بالنسبة لمحيط العقدة ؟

١٨- ما هو أسلوب التدريب الشهرى وما هى برامجه المختلفة ؟

١٩- كيف يمكن لممارسى الرياضة بهدف الصحة التغلب على مشكلة ضيق الوقت؟

٢٠- ما هى الأهداف الصحية للرياضة ؟

المفردات Glossary

صداع المرتفعات Altitude Headache

يصاحب هذا الصداع الوعائى الدموى الأمراض الحادة للجبال للأفراد عند صعودهم إلى المرتفعات التى تزيد عن ٨٠٠٠ قدم، ويشمل العلاج الهبوط إلى مستوى أقل من المرتفعات مع استخدام العلاج بالعقاقير.

السمنة حول الوسط Android Obesity

وهى زيادة تراكم الدهون حول البطن وهى تكثر فى الرجال عن السيدات وتسمى أحيانا الشكل التفاحى، حيث يكون الفرد فى شكله العام يشبه التفاحة فى استدارتها ويعتبر الأفراد المصابون بزيادة كميات الدهن حول الوسط Android Obesity أكثر من غيرهم تعرضا للأمراض.

احتباس العرق Anhidrosis

يلاحظ الرياضى فى بعض الأحيان احتباس العرق الذى أحيانا يظهر أثناء التدريب.

التهاب المفاصل Arthritis

يعتبر مرض التهاب المفاصل الروماتزمى Rheumatoid Arthritis أكثر أشكال الالتهابات المفصلية انتشارا وخاصة بين كبار السن، وهو يرجع إلى التهاب الغشاء المحيط بالمفاصل والذى يصاحب غالبا بالألم والورم فى مفصل أو أكثر من المفاصل الرئيسية.

الربو Asthma

الربو هو رد فعل الممرات الهوائية بالجهاز التنفسى وتظهر أعراضه فى شكل قصر التنفس «اللهث» والكحة، وتظهر هذه الأعراض نتيجة انقباض فى العضلات الناعمة المحيطة بالممرات الهوائية أو ورم لخلايا الفم وزيادة إفرازات الفم ويمكن أن يكون الربو نتيجة حساسية Allergic أو التدريب أو انفعال Environmental Irritants وتدخين السجائر وتلوث الهواء.

مظاهر الكلى الرياضية Athletic Kidney

دلت نتائج الدراسات على متسابقى الجرى للمسافات الطويلة والمارثون على ظهور تغيرات غير طبيعية فى البول بعد الجرى مباشرة نتيجة لتعرض الكلى لحالة تسمى «الالتهاب الكلوى الكاذب الرياضى Athletic Pseudnephritis وتسمى الكلى الرياضية Athletic Kidney»، وتتميز هذه الحالة بظهور بعض المتغيرات غير الطبيعية فى البول (بروتين - كرات حمراء وبيضاء - أسطوانات) كاستجابة وقتية لأداء النشاط الرياضى لفترة طويلة، ثم تختلف هذه التغيرات خلال فترة ٧٢ ساعة تقريبا، وهذا ما يميز هذه الحالة عن أمراض الكلى العادية التى تظهر فيها نفس هذه المظاهر، إلا أنها تظهر بدون مجهود بدنى سابق وتتميز بالاستمرارية إلى أن يتم الشفاء من المرض، أى أنها تغيرات ليست وقتية كما فى حالة الكلى الرياضية.

بناء الجسم Body Building

هذا المصطلح يرجع إلى المورفولوچى، أى الجانب الشكلى للجسم، وقد قسم العلماء بناء الجسم إلى ثلاثة أنواع هى :

عضلى Musculavity - نحيف Linearity - سمين Fatness .

تركيب الجسم Body Composition

يرجع تركيب الجسم إلى التركيب الكيميائى للجسم Chemical Composition، وهناك أربعة نماذج لتركيب الجسم الكيميائى ويقسم النوعان الأولان تركيب الجسم إلى المكونات الكيميائية والتشريحية المختلفة، بينما يقسم النوعان الآخران تركيب الجسم إلى مكونين اثنين فقط.

فهرس كتلة الجسم Body Mass Index

فهرس كتلة الجسم هو نسبة الوزن إلى مربع الطول، وزيادة فهرس كتلة الجسم ترتبط بمعدل الوفيات من أمراض القلب ذو السرطان والسكر، ويحسب فهرس كتلة الجسم BMI بنسبة وزن الجسم بالكيلوجرام على طول الجسم تربيع كجم/ م^{2}.

حجم الجسم Body Size

يرجع حجم الجسم إلى ارتفاع القامة Height وكتلة الجسم Mass (الوزن) وعادة ما يوصف حجم الجسم بالطول أو القصر والكبر أو الصغر والثقل وخفة الوزن.

صداع الفقرات العنقية Cervicogenic Headache

يحدث نتيجة وجود تركيب غير طبيعى فى المفاصل أو العضلات أو الأربطة أو الأعصاب بمنطقة الفقرات العنقية، غالبا ما يتعرض الرياضى لإصابة هذه المنطقة وخاصة فى أنشطة التصادم والاحتكام أو قد يحدث هذا الصداع نتيجة اختلال وظيفى للفقرات العنقية، وهكذا فكل من الإصابة والاختلال الوظيفى للفقرات العنقية يسبب حدوث هذا النوع من الصداع، ويرتبط هذا الصداع ببعض الأنشطة الرياضية الأخرى، مثل الغوص تحت الماء أو التسلق حيث يضطر الرياضى إلى تكرار مد رقبته بصفة عامة.

المدخل الشامل لضبط الوزن Comprehensive Approach To Weight Control

وهذا يعنى استخدام مجموعة من الأساليب معا فى وقت واحد وأقلها هو استخدام ثلاثة أساليب هى: التغذية، والتمرين، وتغيير السلوك، وتستخدم كلية الطب بجامعة بنسلفانيا برنامجا شاملا من خمس مكونات LEARN، حيث يرمز كل حرف لأحد أساليب إنقاص الوزن.

أسلوب الحياة - التمرين - الموقف - العلاقات - التغذية.

أمراض الشريان التاجى Coronary Artery Disease

كلما تقدم الإنسان فى العمر تضيق تدريجيا الشرايين التاجية التى تمد عضلة القلب بالدم كنتيجة لتكوين صفائح دهنية Fatty Plaque على طول الجدار الداخلى للشريان.

مرض السكر Diabetes Mellitus

يعتبر مرض السكر من مجموعة الأمراض التى يطلق عليها أمراض أسلوب الحياة Lifestyle Diseases وهو من أمراض اختلال التمثيل الغذائى، وينقسم مرض السكر إلى نوعين: النوع الأول هو TypeI أو المرتبط بالأنسولين Insulin Dependent والنوع الثانى هو TypeII أو غير المرتبط بالأنسولين Non Insulin Dependent.

صداع الغواص Diver's Headache

يعتبر صداع الغواص من أنواع صداع الأوعية الدموية ويرجع إلى زيادة تراكم ثانى أكسيد الكربون نتيجة صعوبة التنفس، كما يصاب

الغواص أيضا بأنواع أخرى من الصداع مثل نتيجة أسباب أخرى مثل البرودة، وألم الأذن الوسطى.

صداع الجهد Effort Headache

صداع الجهد يحدث لدى معظم الرياضيين، ويصاحب أداء مختلف الأنشطة الرياضية عندما يكون الجرى فى الجو الحار، وليس من الضرورى دائما أن يكون صداع الجهد معتدلا دائما.

ويوصف صداع الجهد إكلينيكيا بأنه ألم نابض يتدرج من متوسط إلى شديد يحدث نتيجة التمرينات الهوائية القصوى والأقل من القصوى، وقد يشعر المصاب بأعراض الصداع النصفى، ويكون الصداع لمدة قصيرة تستمر ٤-٦ ساعات، وهذا الصداع الوعائى يزداد تكراراه عند التدريب فى الجو الحار ويتكرر مع التدريب، وقد يكون لدى الرياضى تاريخ مرضى للإصابة بالصداع النصفى، بينما يكون سليما من ناحية فحص الجهاز العصبى ويتم علاجه بوساطة العقاقير التى يصفها الطبيب.

ارتفاع ضغط الدم الأولى
Essentialy Primary Hypertension

وهو الأكثر انتشارا حيث تمثل نسبة الإصابة به حوالى ٩٥٪ من مرضى ارتفاع ضغط الدم.

التدريب والألم العضلى الليفى
Exercise and Fibromyalgia

ما زال هناك اختلافات كثيرة بين العلماء حول تعريف الألم العضلى الليفى Fibromyalgia نظرا للتشابه الكبير بين أعراض هذه الحالة وأعراض حالتين أخريين مشابهتين هما حالة التعب المزمن Chronic Fatigue Syndrome

- وحالة آلام التهاب الدماغ والنخاع الشوكى Myalgic Encephalomyelitis.

وما زال هناك عدم اتفاق بين العلماء حول ما إذا كان CFS هو نفسه ME؟

تغير اسم «الألم العضلى الليفى» من كلمة «الالتهاب الليفى» Fibrositis إلى استخدام الألم العضلى الليفى Fibromyalgia حيث إنه لا يوجد حتى الآن دليل بأن استمرار الألم العضلى وألم الالتهاب الليفى (F) أو Fibromyalgia يكون مصحوبا بالالتهاب Inflammation.

صداع الإجهاد Exertional Headache

لوحظ بعد ممارسة رفع الأثقال والمصارعة وذلك بسبب الإجهاد أو محاولة إخراج الزفير مع كتم التنفس Valsalva Type maneuver مما يعجل بظهور ألم نابض شديد Sever Throbbing pain بمؤخرة الرأس عادة ولمدة عدة ثوان إلى عدة دقائق، ويقود هذا الصداع إلى ألم بطىء يستمر ٤-٦ ساعات، وهذا الصداع يرجع إلى الإجهاد، حيث يكون المصاب به ليس له تاريخ مرضى سابق وسليما من الناحية العصبية.

الربو الخارجى Extrinsic Asthma

يحدث الربو الخارجى بسبب مثيرات خارجية أو مواد تصيب الفرد بالحساسية مثل دخان السجائر وتلوث الهواء.

صداع نظارات السباحة Goggle Headache

يلاحظ عامة لدى السباحين والغواصين ويحدث نتيجة الألم فى الوجه والمنطقة الصدغية نتيجة ارتداء نظارة السباحة أو القناع فى الغوص، ويؤدى المزيد من الغوص تحت الماء إلى زيادة

ضغط قناع الوجه «Mask Squeeze» نتيجة نقص الهواء داخله ويمكن باستخدام نظارة سباحة ملائمة جيدة تجنب هذا الصداع ولكن لا يمكن تجنب ذلك بالنسبة لقناع الغوص.

سمنة الطرف السفلى **Gynoid Obesity**

تزيد كميات الدهن فى الجزء السفلى من الجسم Gynoid Obesity وهى تنتشر أكثر لدى السيدات مقارنة بالرجال، ويطلق عليها أيضا الشكل الكمثرى نظرا لتشابه الجسم مع ثمرة الكمثرى، وهى ليست بنفس خطورة سمنة البطن.

دم فى البول «هيماتوريا» **Hematuria**

يتعرض الرياضيون إلى نزول الدم فى البول (هيماتوريا) Hematuria نتيجة لعدة أسباب، وعلى سبيل المثال يمكن أن تظهر هيماتوريا لدى متسابقى الجرى مسابقات طويلة.

ارتفاع ضغط الدم **Hypertension**

حددت منظمة الصحة العالمية The World Health Organization ارتفاع ضغط الدم بأنه ما يزيد عن الحد الأقصى ضغط الدم الطبيعى للإنسان وهو ١٤٠/ ٩٠مم زئبق.

نقص نشاط الغدة الدرقية **Hypothyroidism**

يظهر نقص نشاط الغدة الدرقية فى حالة التعب المزمن Chronic Fatigue وإصابات الاستخدام الزائد overuse injuries المصاحبة للتدريب؛ لذلك يجب مراعاة أن التعب وإصابات الاستخدام الزائد ليست دائما طبيعية فقد تكون تخفى نقص نشاط الغدة الدرقية.

الربو الداخلى **Intrinsic Asthma**

الربو الداخلى يحدث بسبب عوامل داخلية مثل إصابة الممرات الهوائية بتلوث بكتيرى ولم يفهم بشكل كامل.

ألم أسفل الظهر **Low-Back pain**

تعتبر آلام أسفل الظهر من أكثر الأمراض التى يعانى منها نسبة كبيرة من الأفراد، وبالرغم من تأثيراته السالبة على الصحة، فهو أيضا يرتبط بالناحية الاقتصادية، حيث تفقد الصناعة عددا كبيرا من أيام العمل التى تضيع فى الإجازات المرضية كما يصرف على علاجها الكثير من الأموال.

السمنة **Obesity**

ترجع السمنة إلى تلك الحالة التى تزيد فيها كمية الدهون بالجسم، ويعبر عنها بالنسبة المئوية للدهن بالجسم، حيث يعتبر الشخص سمينا إذا زادت نسبة الدهون فى الجسم للرجال عن ٢٥٪ وللسيدات عن ٣٥٪، وتعتبر نسبة الحد الفاصل بين المستوى العادى والسمنة للرجال ما بين ٢٠-٢٥٪ وللسيدات ما بين ٣٠-٣٥٪.

هشاشة العظام **Osteoporosis**

هشاشة العظام تعنى نقص محتوى الأملاح المعدنية بالعظام، وهذا يؤدى إلى خطورة الإصابة بالكسور وعادة ما تبدأ هذه الأعراض فى نهاية الثلاثينيات من العمر وخاصة لدى المرأة، حيث تتضاعف نسبة الإصابة بالكسور مع بداية توقف الدورة الشهرية ٢-٥ مرات.

التمرينات السالبة **Passive Exercise**

بهدف تنمية اللياقة البدنية وإنقاص الوزن ظهرت فى الآونة الأخيرة بعض الأجهزة التى تساعد على أداء الفرد للتمرينات بطريقة سالبة

ليس له دور فيها، ويساعد فى ذلك استخدام الأجهزة السالبة Passive Devices.

برامج التدريب الشخصى

Personal Training Programs

تطبيق أسلوب المدرب الشخصى Personal Training هو أسلوب متبع فى أفضل مراكز اللياقة والأندية الصحية فى العالم، ويقصد بهذا المصطلح أن احتياجات الأفراد للياقة والصحة تختلف تبعا لعدة عوامل، مثل: السن، والجنس، والحالة الصحية والنفسية، وغيرها، كما أن التدريب العشوائى غير المنظم والمخطط قد لا يحقق الأهداف، وقد تكون نتائجه سالبة فى أحيان كثيرة، كما يدعو إلى سرعة الملل والانقطاع عن التدريب وهو ما يعانى منه الكثير، ولكن استخدام برامج التدريب الشخصى المصممة وفقا لاحتياجات الفرد الشخصية وقدراته الذاتية تعتبر هى الحل الأمثل لاكتساب اللياقة والصحة.

اللياقة البدنية Physical Fitness

هى مقدرة الجسم لأداء وظائفه بفاعلية وتأثير، وهى تتكون من أحد عشر مكونا على الأقل، وترتبط اللياقة البدنية بمقدرة الفرد على العمل بفاعلية والتمتع بوقته الحر ليكون سليما من الناحية الصحية ولكى يقاوم أمراض قلة الحركة Hypokinetic Diseases ويواجه الحالات الطارئة التى تتطلب منه بذل مجهود بدنى طارئ.

صداع بعد الإصابة بالصدمات

Posttraumatic Headache

قد تؤدى صدمات الرأس أو الرقبة فى الرياضة إلى حدوث الصداع، ولا ترتبط درجة أو شدة الصدمة بأعراض الصداع، وهناك على الأقل ستة أشكال لصداع ما بعد الصدمة.

ارتفاع ضغط الدم الثانوى

Secondary Hypertension

ويعتبر هذا النوع من ضغط الدم أقل انتشارا، حيث تتراوح نسبة الإصابة من بين مرضى القلب حوالى ١٥٪ ويكون بسبب اختلال الوظائف الهرمونية ووظائف الكلى.

إنقاص الدهن الموضعى Spot Reduction

ويقصد به اعتقاد خاطئ بإمكانية إنقاص الدهن من منطقة معينة من الجسم، مثل البطن أو الأرداف.

نسبة الوسط إلى المقعدة Waist to hip Ratio

وهى طريقة سهلة بسيطة تعبر عن تغيرات تركيب الجسم بقياس محيط الوسط ونسبته على محيط المقعدة، وهذا المقياس بعيدا عن نوعية السمنة هل هى فى الجزء الأعلى الأكثر خطورة أم فى الجزء الأسفل من الجسم، أى أنه مقياس يعبر عن توزيع دهون الجسم وخطورة الإصابة بالأمراض.

المراجـــــــع

أولا- المراجع العربية:

١- أبو أحمد عبد الفتاح (١٩٧٧): التدريب الرياضى الأسس الفسيولوچية، دار الفكر العربى، القاهرة.

٢- أبو العلا أحـمد عبـد الفتاح (١٩٩٨): الـتدريب الرياضى أثناء الصوم، الندوة- الـتدريب الرياضى والتغذية خلال شهر الصوم الكريم، اللجنة الأولمبية المصرية، المركز العلمى الأولمبى.

٣- أبو العلا أحمد عبـد الفتاح (بدون): أسلوب ضبط الوزن لدى الرياضيين، الأساليب الطبيـعية لضبط الوزن والتخلص من الدهون، اللجنة الأولمبية المصرية، المركز العلمى الأولمبى.

٤- أبو العلا أحمد عبد الفتاح، ليلى صلاح الدين سليم (١٩٩٩): الرياضة والمناعة. دار الفكر العربى، القاهرة.

٥- أبو العلا أحمـد عبد الفتاح، محـمد صبحى حسـانين (١٩٩٧): فسيولوچيا ومـورفولوچيا الرياضى وطرق القياس للتقويم، دار الفكر العربيى، القاهرة.

٦- عصام نور الدين (١٩٩٨): التغذية والنشاط البدنى والتغيرات الحيوية أثناء الصيام، الندوة - التدريب الرياضى والتغـذية خلال شهـر الصوم الكريم، اللجنة الأولمبـية المصرية، المـركز العلمى الأولمبى.

٧- محمد حسن علاوى، أبو العلا أحمد عبد الفتاح (١٩٨٤): فسيولوچيا التدريب الرياضى. دار الفكر العربى، القاهرة.

ثانيا - المراجع الأجنبية:

1- American college of Sports Medicine (1988): Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription , Lea & Febiger Philadelphia .And Nurotransmitter in man:American Journal of Physiology :E234-E256.

2- Bahrke MS, Morgan WP: Anxiety Reduction Following Exercise and Meditation. Cognit Ther Res 1978; 2:323-333.

3- Biorntrop p.(1986): Fat Cells and Obesity. in K.D .By Ownell and J.P.Foreyt (Eds.)Handbook of Patting Disorders: Physiology,Psychology,and Treatment of obosity,anorexia,and bulimia ,new York: basic book.

4- Bjorntrop, P. (1987): Effect of Physical Training on Blood Pressure in Hypertension. Eur. Heart J. 8 (suppl. B) 71-76.

5- Chaouloff F: Effects of Acute Physical Exercise on Central Serotonergic Systems. Med Sci Sports Exerc 1997; 29(1): 58- 62

6- Corbin C.B & Lindsey R. (1994): Concepts of Fitness and Wellness with Laboratories, Brown & Benchmark.

7- Devries H.A & Housh T.J (1994) : Physiology of Exercise for Physical Education, Athletics and Exercise Science Fifth Edition, Brown & Benchmark.

8- Dick, W.F (1980): Sports Training Principles . London, Lepus Books.

9- Dintiman G.B. & Ward R.D. (1988): Sport Speed, Leisure Press Champaign, Illinois.

10- Farrell,P.A.(1985): Exercise and Endorphins – Male Responses. Medicine and Science in sport and Exercise.17: 89 – 93

11- Fleck S.J. , Kraemer W.J. (1997) : Designing Resistance Training Programs. Human Kinetics

12- Fox E. , Bowers R. & Foss M. (1993): The Physiology Basis for Exercise and Sport, Brown & Benchmark.

13- Fraioli,F. et al.(1980):Physical Exercise Stimulates Marked Concomitant Release of Beta-Endorphin and Adrenocorticotrophic (ACTH) in peripheral blood in Man .Experiential 36:987 –89.

14- Goldfarb A.H., et al. (1991): Beta- Endorphin in Time Cours Response to Intensity of Exercise: Effect of Training Statuse. Journal of Sports Medicine. 12(3): 264 – 68.

15- Gollnick,P.D.et al. (1975): Glycogen Depletion Patterns in Human Skeletal Muscle Fibers After Varying Types and Intensities of Exercise. Ed. H. Howald and J.R. Poortmans, 416-21 Verlage Basel, Switzerland Birkhauser.

16- Gwinup, G., Chelvam, R., and Steinberg, T. (1971): Thikness of Subcutaneous Fat and Activity of Underlying muscles. Annals of Internal Medicine 74, 408 – 411.

17- Hagberg J.M (1990): Exercise Fitness, and Hypertentension in: Claude Bouchardet al., Exercise Fitness and Health Kinetics Books Champaign, Illinois.

18- Haggerty, R.J. (1977): Changing Lifestyles to Improve Health . Prev. Med 6: 276-289.

19- Howley E.D. & Franks B.D (1992): Health Fitness Instructor's Handbook, Human Kinetics.

20- Jacobs B.L.(1994): Serotonin,Motor Activity and Depression – Related Orders. American Scientist 82:456-36

21- Kannel, W.B et al. (1984): Original Resources For Primary Prevention of Atherosclerotic Disease. Circulation, 70, 157 A-205 A.

22- Kaplan N (1986) : Clinical Hypertension. 4rd Ed. Baltimore: Williams & Wilkins.

23- Katch K.N (1991): Essentials of Exercise Physiology, Lea & Febiger London.

24- Katch, F.I., et al., (1984): Effects of Sit up Exercise Training on Adipose cell size and adiposity . Research Quarterly For Exercise and Sport, 55, 242-247.

25- Katch,M.K.(1994): Essentials of Exercise Physiology .LEA&febiger , philadelphia.

26- Katch,M.K.(2000): Essentials of Exercise Physiology .LEA&febiger , philadelphia.

27- King H. et al.(1984): Risk Factors in the Pacific Population. Am. J. Epidemiol 11. 396.

28- Kiyonaga, A., K. Arakawa H. (1985): Tanaka, and M. Shindo. Blood Pressure and Hormonal Responses to Aerobic Exercise. Hypertension 7:125-131.

29- Koivisto, V. et al., (1980): Effects of Acute Exercise on Insulin Binding to Monocytes in Obesity . Metabolism 29, 168.

30- Lamb ,D R .(1984) : Physiology Of Exercise . Macmillan Publishing co. INC .NY .

31- Mann J.J. et al. (1996): Demonstration in Vivo of Reduced Serotonin Responsivity in the Brain of Untreated Depressed Patients. Am.J. Psychiatry 153 (2): 174- 81.

32- Mayer, J., et al., (1954): Exercise Food Intake, and Body Weight in Normal Rats and Genetically Obese Adult Mice American Journal of Physiology , 177, 544-548.

33- McArdle ,W . D . , Katch , Fi . & Katch L . K . (1994) : Essential Of Exercise Physiology . Lea & Febiger , Philadelphia .

34- McArthur,J.w.(1985):Endorphins and Exercise in Female: Possible Connection with Reproductive Dysfunction. Medicine and Science in Sports and Exercise 17:82.

35- Montoye, H.J., H.L. Metzner, and J.B. Keller. (1972): Habitual physical Activity and Blood Pressure. Med. Sci. Sports 4: 175-181.

36- Newsholme, E.A., I.N. Acworth,and E. Blomstrand . Amino Acids,Brain Neurotransmitters and Functional Link Between Muscle and Brain That is Important in Sustained Exercise .Advances in Myochemistry, G. Benzi (Ed.), london;Libbey Eurotext,1987,pp. 127-133 .

37- Noble B.J. (1986) : Physiology of Exercise and Sport, Times Mirror/ Mosby College Publishing St. Louis Toronto Santa Clara.

38- Owers,s.k.,E.T. Howley,and R.H. Cox (1982) :A Prolonged Exercise and Passive Heating.Medicine and Science in Sport and Exercise 14:435-39.

39- Ornish D, et al., (1990): Can Lifestyle Changes Reverse Coronary Heart disease? The Lifestyle Heart trail, Lancet 336: 129-133.

40- Paul McCory (1997) : Recognizing Exercise – Related Haeadache ,the Physican and Sportsmedicine, VOL 25,NO 2.

41- Platonov VN. (1997) : Opshaya Tiorey Podgotovky Sportsminov V. Olempeiskom Sporty, Olempeiskay Letiratora. Keiv.

42- Poehlman, E.T. (1989): A Review: Exercise and its Influence on Resting Energy Metabolism in Man. Medicine and Science in Sports and Exercise, 21, 515-525.

43- Powers S.K & Howley E.T (1996): Exercise Physiology Theory and Application to Fitness and Performance, WCB McGraw-Hill New York.

44- Randy Eichner &Warren Scott (1998) : Exercise as Disease Detector. Physican and Sportsmedicine, VOL 26,NO 3.

45- Reilly T. Secher, N. Snell, P & Williams C. (1990) Physiology of Sports E. & F.N. Spon, London.

46- Reilly T. , (1996): Science and Soccer, E. & F.N. Spon.

47- Robergs, R. A. and Robertes ,S. O. (1997): Exercise Physiology. Exercise , Performance and Clinical Applications .Mosby.St. Louis Bosten.

48- Roth DL, Holmes DS: Influence of Aerobic Exercise Training and Relaxation Training on Physical and Psychological Health Following Stressful Life Events. Psychosom Med (1987) 49 355-365.

49- Seals D, Hagberg J (1984): The Effect of Exercise Training on Human Hypertension. Med Sci Sports Exerc, 16:207.

50- Sharkey B.J. (1993): Coaches Guide to Sport Physiology, Human Kinetics.

51- Sharkey, B.J. (1984) : Coaches Guide to Sport Physiology. Illinois, Human Kinetics Publishers, INC, (N.D).

52- Shephard, R.J. (1986): The Impact of Exercise Upon Medical Costs. Sports Med. 2: 133-143.

53- Silverberg,A.B.et al.(1978):Norepinephrine Hormone, Upper Saddle Rivers, New Jersey.

54- Silverthorn D.U. and others (1988): Human Physiology an Integrated Approach, Upper Saddle River, New Jersey .

55- Silverthorn,D. (1998): Human Physiology An Integrated Approach.Prentice Hall, N . Y.

56- Sleamaker R. (1989): Serious Training for Serious Athletes, Leisure Press Champaign, IIlinois .

57- Spence JC, Poon P, Dyck P: The Effect of Physical-Activity Participation on Self-Concep a meta-analysis. J Sport Exer Psy 1997;19:S109

58- Sutton,J., and L. Lazzarus(1976): Growth Hormone in Exercise : Comparison of Physiological and Pharmacological Stimuli. Journal of Applied Physiology 45:523 - 27.

59- Tipton C.M., et al., (1984): Responses of SHRTO Combination, of chemical Sympathectomy Adrenal Demodulation and Training. Am. J Physiol. 247: H 109- H 118.

60- Vander,A.J.,et al. (1985):The Mechanisms of Body Function, 4th ed. New York: McCraw-Hill.

61- Venerando, G., et al (1988): Metabolic Disease in the Olympic Book of Sports Medicine. Vol. Blackwell, Scientific publications.

62- Vranic, M., Wasserman, D.(1990): Exercise Fitness and Health in: Glaude, et al., Human Kinetics, Champaign Illinois.

63- Wilmore, J.H. (1977): Energy Intake and Physical Activity in Children – Br. Med. J.1 (6063): 756.

64- Wilmore & Costill (1994): Physiology of Sport and Exercise, Human Kinetics.

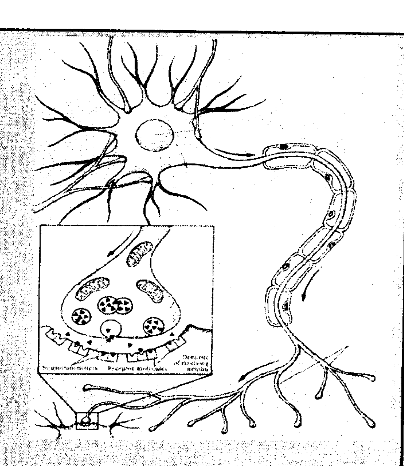
65- Wilmore & Costill (2000): Physiology of Sport and Exercise, Human Kinetics.

66- Winder,W.w.et al.(1978)Time Course of Sympathoadrenal Adaptation to Endurance Exercise Training in Man .Journal of Applied Physiology 45:370-74.

67- Zatsiorsky V.M (1995): Science and Practice of Strength Training, Human Kinetics

68- Zuti, W.B., and Golding, L.A. (1976): Comparing Diet and Exercise as Weight Reduction Tools. Physician and Sports Medicine, 4, 49-53.





فهرس المصطلحات

INDEX

Glossary المفردات

الاقلمة	Acclimation	٥٣٧
التأقلم	Acclimatization	٥٣٧
الحامض	Acid	٨٨
فتائل الاكتين	Actin Filaments	٢٢٣
فرق الجهد عند الاستثارة	Action Potential	١٣٩
التكيف	Adaptation	٤٧٣-٥٣٧
التكيفات	Adaptations	٦٠
الشيخوخة	Aging	٥٨١
قانون «الكل او عدم الاستجابة»	All-or-none Response	٢٢٣
المرتفعات	Altitude	٥٣٧
صداع المرتفعات	Altitude Headache	٦٣٦
البناء	Anabolism	٣٠٠
العتبة الفارقة اللاهوائية	Anaerobic Threshold	٣٨٥
«الفراغ الميت التشريحى»	Anatomic dead space	٣٨٥
السمنة حول الوسط	Android Obesity	٦٣٦
احتباس العرق	Anhidrosis	٦٣٦
ضغط الدم الشريانى	Arterial Blood Pressure	٤٣٠
الشرايين	Arteries	٤٣٠
الشرينات	arterioles	٤٣٠
التهاب المفاصل	Arthritis	٦٣٦
ظاهرة القلب الرياضى	Athlete Heart	٤٣٠
الربو	Asthma	٦٣٦
مظاهر الكلى الرياضية	Athletic Kidney	٦٣٦
الكتلة الذرية	Atomic Mass	٨٨
العدد الذرى	Atomic Number	٨٨
الذرة	Atom	٨٨
القلوى او القاعدى	Base	٩٠
تدريب التحمل الاساسى	Basic Endurance Training	٣٣٧
الإيقاعات الحيوية	Biological Rhythms	١٨٢
الجزيئات الحيوية	Biomolecules	٨٨
الدم	Blood	٣٥٧
بناء الجسم	Body	٦٣٦
تركيب الجسم	Body Composition	٦٣٧
فهرس كتلة الجسم	Body Mass Index	٦٣٧
حجم الجسم	Body Size	٦٣٧
ظاهرة بطء معدل القلب	Bradycardia	٤٣٠
المنظمات الحيوية	Buffers	٨٨
الشعيرات الدموية	Capillaries	٤٣٠
دورة القلب	Cardiac Cycle	٤٣٠
الدفع القلبى	Cardiac out put	٤٣٠
الجهاز الدورى التنفسى او القلبى التنفسى	Cardiorespiratory system	٤٣٠
الجهاز القلبى الوعائى	Cardiovascular system	٤٣٠
الانجراف القلبى الوعائى	Cardiovascular Drift	٤٣٠
الهدم	Catabolism	٣٠٠
الخلية	Cell	٨٨
غشاء الخلية	Cell Membrane	٨٨
العناصر الخلوية	Cellular elements	٣٥٧
التنفس الخلوى	Celluar Respiration	٣٨٥
التعب المركزى	Central Fatigue	١٣٩
صداع الفقرات العنقية	Cervicogenic Head-ache	٦٣٧
الاتصال العصبى الكيميائى	Chemical Synapses	١٣٩
الشغل الكيميائى	Chemical Work	٣٠٠
التضخم الدائم	Chronic Hypertrophy	٢٦٧
الجهاز الدورى	Circulatory System	٤٣٠
مرفق الإنزيم كيو١٠	Co Enzyme-Q10	٥٣٧